ANNALES

DU

JARDIN BOTANIQUE DE BUITENZORG.

VOLUME XIII.

QK1
.B389
V.13

ANNALES

DU

JARDIN BOTANIQUE

DE

BUITENZORG,

PUBLIÉES PAR

M. LE Dr. MELCHIOR TREUB,
Membre de l'Académie royale néerlandaise des sciences.
Directeur du Jardin.

VOLUME XIII.

E. J. BRILL. — LEIDE.
1896.

Mo. Bot. Garden
1903.

Imprimerie de E. J. BRILL à Leide.

TABLE DES MATIERES.

Pag.

TREUB (M.), Sur la localisation, le transport et le rôle de l'acide cyanhydrique dans le Pangium edule Reinw 1

Explication des Planches I—XI 86

CHRIST (Dr. H.), Zur Farn-Flora der Sunda-Inseln 90

COSTERUS (J. C.), Teratology studied in the Tropics by J. C. Costerus and J. J. Smith Jr. 97

List of the Figures. XII and XIII 119

MASSART (J.), Sur la morphologie du Bourgeon 121

Explication des Figures. XIV et XV. 136

STAHL (E.), Ueber bunte Laubblätter, ein Beitrag zur Pflanzenbiologie 137

Figurenerklärung. Taf. XVI und XVII. 214

KRAUS (Gregor), Physiologisches aus den Tropen 217

Hiezu Taf. XVIII—XX.

HALLIER (H.), Neue und bemerkenswerte Pflanzen aus dem malaiisch-papuanischen Inselmeer 276

Erklärung der Tafeln XXI—XXX. 327

ANNALES

DU

JARDIN BOTANIQUE

DE

BUITENZORG,

PUBLIÉES PAR

M. LE DR. MELCHIOR TREUB,
Membre de l'Académie royale néerlandaise des sciences.
Directeur du Jardin.

VOLUME XIII.

LEIDE. — E. J. BRILL.

SUR LA LOCALISATION, LE TRANSPORT ET LE RÔLE DE L'ACIDE CYANHYDRIQUE DANS LE PANGIUM EDULE REINW.

PAR

M. TREUB.

I.

a.

Historique.

Le *Pangium edule* Reinw., arbre de haute futaie, répandu dans les îles de la Malaisie et dans les Philippines, constitue le prototype de la tribu des Pangiées, classée généralement dans la famille des Bixacées, ou bien dans celle des Flacourtiacées [1]).

Malgré le nom spécifique qu'on lui a donné, et non sans raison, la plante a toujours été réputée dangereuse, à cause d'un principe éminemment toxique qu'elle renferme dans toutes ses parties.

Déjà Rumphius mentionne de l'arbre dit „Pangi" que son écorce pulvérisée, jetée dans l'eau, tue les poissons et que le contenu des graines tue les poules qui en mangent. Il rapporte qu'à l'île de Bali on a constaté des cas de mort chez le bétail ayant mangé des feuilles de *Pangium*.

1) Voy. Warburg: Flacourtiaceae, dans Engler et Prantl, »die natürl. Pflanzenfam." livr. 98 et 99, 1893. Le *Pangium edule* a été plusieurs fois décrit en détail et figuré; notamment par Rumphius (Herb. Amb. 2, p. 182), Bennett (Horsfield, Pl. Jav. rar. p. 208), Blume (Rumphia, 4, p. 20) et Blanco (Fl. de Filip.) M. Greshoff donne un aperçu très utile de tout ce qui concerne le *Pangium* dans: »Indische Mercuur" du 24 Mars 1894.

Les graines renferment, dans une coque très dure, un endosperme épais entourant l'embryon à grands cotylédons. Partout les indigènes mangent le contenu oléagineux des graines, mais jamais sans leur avoir fait subir auparavant un traitement qui consiste, soit dans l'action prolongée de l'eau, soit dans celle de la chaleur [1]). La substance vénéneuse du *Pangium* devait être, par conséquent, soluble dans l'eau et volatile. Blume a admis sa ressemblance avec le principe toxique de quelques Ménispermacées, la „ménispermine" ou „picrotoxine" [2]). Ce n'était d'ailleurs qu'une hypothèse émise a priori, et non fondée sur des expériences.

Le premier qui ait exprimé une notion juste sur le poison contenu dans le *Pangium* est Filet. Dans son catalogue raisonné du petit jardin botanique médical qui existait autrefois à Batavia, il dit que les graines que l'on vient d'ouvrir, répandent une forte odeur de cyanogène. „Ceci ajouté à la volatilité et à la solubilité dans l'eau, de la substance vénéneuse supposée, me fait croire — ajoute-t-il — qu'elles (les graines) renferment probablement un principe qui contient du cyanogène" [3]).

Filet n'a jamais tâché de vérifier le bien-fondé de sa supposition qui, par là, est restée à l'état de vue théorique, d'ailleurs très peu connue.

C'est aux nombreuses et belles recherches faites par M. Greshoff, dans le laboratoire pharmacologique du jardin de Buitenzorg, que nous devons aussi des données chimiques exactes sur le principe toxique du *Pangium* [4]).

M. Greshoff démontra la présence d'acide cyanhydrique dans les graines, les feuilles, l'écorce, les fruits, bref, dans toutes les parties de la plante. Il n'est pas question de la présence

---

1) Voy. pour les détails de ces traitements, les auteurs cités, et notamment l'aperçu de M. Greshoff dans le »Indische Mercuur".

2) Blume: loc. cit. p. 19.

3) Filet: De planten in den botanischen tuin bij het groot militair hospitaal te Weltevreden. Batavia, 1855, p. 111.

4) M. Greshoff: Eerste verslag van het onderzoek naar de plantenstoffen van Nederl. Indië. Meded. uit 's Lands Plantentuin VII. Batavia, Landsdrukkerij, 1890; p. 109—114. Voy. aussi: ici même, Vol. 9, p. 259.

d'amygdaline dans le *Pangium*; l'acide cyanhydrique s'y trouve, sinon libre, tout au plus en combinaison très instable. M. Greshoff admet la probabilité d'une union avec une substance, possédant un pouvoir réducteur très marqué, qui se trouve partout dans la plante, et à laquelle il faut probablement assigner la nature d'un „sucre". Dès le début de son investigation, M. Greshoff ne manqua pas de reconnaitre, que la teneur en acide cyanhydrique des feuilles diffère beaucoup suivant leur âge; les jeunes feuilles en contiennent le plus. Il suit de là — comme M. Greshoff le fait remarquer — que, pendant la vie de la plante, le composé n'y parait être nullement fixé de façon invariable.

Les quantités d'acide cyanhydrique que M. Greshoff trouva dans le *Pangium* sont remarquablement grandes. Ainsi, dans de jeunes feuilles il fut trouvé par lui plus de 1 pour 100 de CAzH (de la matière sèche); et encore l'auteur peut ajouter qu'en réalité la quantité a dû être notablement plus grande, à cause de la perte par volatilisation pendant la manipulation des feüilles.

D'après une estimation de M. Greshoff, un seul pied de *Pangium edule* contiendrait environ 350 grammes d'acide cyanhydrique. S'occupant de nouveau du *Pangium*, en Août 1891 [1]), M. Greshoff eut l'obligeance de me communiquer les données suivantes: Deux fragments de tiges, ayant, après dessication complète, un poids de 10,3 grammes, contenaient 113 milligrammes d'acide cyanhydrique; ce qui revient à 1,098 pour 100. Ces deux fragments portaient ensemble 36 feuilles. Les pétioles de ces feuilles pesant, secs, 18,7 grammes, contenaient 127 milligrammes d'acide cyanhydrique, ou 0,679 pour 100 et 3,5 milligrammes par pétiole. Les 36 limbes, pesant, secs, 110 grammes, contenaient 383 milligrammes de CAzH, ce qui revient à 0,357 pour cent et à 10,7 milligrammes par feuille. Dans deux autres cas, un fragment de tige, avec les renfle-

---

1) Voy. Verslag omtrent den staat van 's Lands Plantentuin te Buitenzorg over het jaar 1892. Batavia 1894, p. 74.

ments basilaires des pétioles, contenait 0,782 pour 100 de CAzH, et l'autre fragment, sans restes de feuilles, 0,704 pour 100.

Enfin M. Greshoff signala encore les racines de Pangiées, comme renfermant de grandes quantités d'acide cyanhydrique, „tant dans le liber que dans le bois" [1]).

Tandis que naguère l'on ne connaissait l'acide cyanhydrique dans les plantes, que comme produit de la décomposition de l'amygdaline (ou de la laurocérasine) chez quelques Amygdalées, les recherches récentes font augmenter toujours le nombre de plantes à cyanogène. M. Greshoff [2]) fait suivre cette remarque de l'énumération d'un certain nombre d'entre elles, puis il termine en ces mots: „Toutefois, l'on ne constate généralement que des traces (de CAzH), et une quantité aussi considérable que celle dans le *Pangium edule*, n'a pas encore été signalée dans le monde végétal. Je ne me hasarde pas à émettre une opinion sur la signification qu'une aussi grande quantité de CAzH peut avoir pour la plante". M. Greshoff renvoye d'ailleurs le lecteur à ce qu'il a dit, au sujet des Lasiées, quelques pages auparavant [3]). On y trouve les paroles suivantes, qu'il importe de citer ici en entier:

„Quelque intéressant que soit la présence de l'acide cyanhydrique libre dans les Lasiées, elle me semble mériter plus encore l'intérêt du phytophysiologiste que du chimiste. En effet, plusieurs questions se présentent auxquelles, seule, une investigation soigneuse sur le terrein de la physiologie expérimentale peut fournir la réponse. Ainsi: se dégage-t-il constamment de l'acide cyanhydrique du spadice de ces Aroidées, ce qui est probable, et existe-t-il un rapport quelconque entre ce dégagement et l'assimilation ou la respiration? Ce dégagement de gaz dépend-t-il de l'influence de la lumière solaire? Où la plante

---

1) Loc. cit. p. 71. On verra plus loin que pendant la vie de la plante, il n'y a pas d'acide cyanhydrique dans le bois, à l'état normal.

2) Eerste verslag van het onderzoek naar de plantenstoffen van Nederlandsch-Indië, loc. cit. p. 114.

3) Eerste verslag van het onderzoek naar de plantenstoffen van Nederlandsch-Indië, loc. cit. p. 108.

prend-elle l'azote nécessaire à la formation du cyanogène, et quelle signification, quelle utilité ce phénomène a-t-il pour la plante?"

A plusieurs reprises M. Greshoff me demanda de faire moi-même des recherches sur le rôle de l'acide cyanhydrique dans le monde végétal et notamment dans le *Pangium edule*. Certes, l'idée était tentante, d'ajouter à Buitenzorg même, une investigation phytophysiologique à l'intéressante et curieuse découverte chimique faite par M. Greshoff. Si, malgré cela, j'ai tardé à m'engager dans cette voie, c'est pour la raison suivante.

Que l'acide cyanhydrique se dégageât des organes qui le contiennent, comme M. Greshoff en admettait la probabilité pour les Lasiées, ou non, toujours est-il qu'il fallait, suivant les vues actuelles, penser, en premier lieu, à un rôle protecteur exercé par la substance en question, en raison de sa toxicité. Or, les recherches sur les moyens de protection chez les plantes, présentent, par leur nature, assez souvent un certain vague qui, pour être inévitable, n'en est pas moins peu du gré de l'investigateur. Ceci est, ce me semble, surtout le cas lorsqu'il s'agit de substances vénéneuses, auxquelles on assigne une action protectrice. Là il est très difficile de conduire, de manière concluante, des expériences comparées et l'on se trouve mainte fois devant la nécessité de remplacer l'observation rigoureuse par des vues théoriques. Et cela, parceque la notion „poison" n'a qu'une valeur bien relative, de sorte qu'il faut toujours avoir présent à l'esprit la possibilité, sinon la probabilité, qu'une substance, exerçant une action répulsive sur un certain nombre d'animaux nuisibles, en attire d'autres pour lesquels elle se trouve avoir un attrait tout particulier [1]).

Dès le commencement (en Juillet 1891) de mes recherches sur la localisation du CAzH dans le *Pangium*, mes prévisions furent

---

1) On verra dans la troisième partie de ce travail que ceci est le cas pour le CAzH dans le *Pangium edule*. Cette plante qui contient un poison mortel pour l'homme et sans doute aussi pour beaucoup d'animaux, est avidement recherchée par certaines larves qui l'endommagent souvent beaucoup.

dissipées. Les endroits où l'acide cyanhydrique se trouve localisé, indiquèrent, selon moi, de suite que l'étude physiologique de ce principe conduirait sur un terrein tout autre que celui des moyens de protection. J'entrevis la possibilité d'une hypothèse, paraissant assez aventureuse au début, mais à l'appui de laquelle je puis avancer aujourd'hui un certain nombre d'arguments que l'on trouvera consignés dans la troisième partie de ce mémoire.

Le CAzH joue un certain rôle dans l'alimentation du Pangium; sans pouvoir rien préciser encore sur ce rôle, cette conclusion paraissait inévitable. Il suivait de là qu'une investigation détaillée sur cette substance dans notre arbre, rentrerait d'une part dans le domaine de la chimie et de l'autre dans celui de la physiologie végétale. Aussi une collaboration fut-elle convenue, dans laquelle M. Greshoff prendrait la partie chimique, au fur et à mesure qu'avanceraient les recherches physiologiques et micro-chimiques, desquelles je me chargerais moi-même.

Malheureusement, dans les premiers jours de Janvier 1892, M. Greshoff tomba malade, et quelque temps après il retourna en Europe, en congé, pour cause de santé.

J'ai continué mes recherches micro-chimiques et physiologiques jusqu'aujourd'hui, y consacrant, pendant trois ans, tout le temps libre que me laissaient les occupations de ma charge. Si je publie aujourd'hui, dans les pages suivantes, les résultats obtenus et les considérations qui s'y rattachent, je suis le premier à reconnaitre et les lacunes qui restent et la part, parfois considérable, qui a dû être laissée à l'hypothèse. L'aperçu historique qui précède a rappelé ou appris au lecteur l'importance des connaissances chimiques sur le *Pangium edule* que nous devons à M. Greshoff. On ne tardera pas à voir, combien je lui suis redevable, en sus, pour le choix de la méthode à suivre dans l'étude microchimique du CAzH dans les tissus de la plante.

Après le départ de M. Greshoff, M.M. van Romburgh, Boorsma et mon ami M. Kramers, ont bien voulu me prêter leur pré-

cieux concours en me fournissant les données et les indications chimiques dont j'avais besoin et en faisant préparer pour moi les quantités considérables de réactifs qu'il m'a fallu. M. Janse et M. Smith ont eu la bonté de m'aider plusieurs fois. Je réitère à tous ces messieurs le témoignage de ma vive gratitude.

b.

Méthode.

Parmi les réactions qui servent à reconnaitre l'acide cyanhydrique, il y en a une dont il fallait, avant tout, essayer l'application en micro-chimie; savoir, celle du bleu de Prusse. Cette réaction qui est très sensible, comme on sait, se recommande, en outre par deux grands avantages à l'emploi dans les observations microscopiques sur la localisation. D'abord, c'est une réaction colorée; point important, surtout si la substance qui se forme tranche nettement, par sa couleur, sur tout l'entourage, ce qui est, sans contredit, le cas pour le bleu de Prusse. Ensuite, ce qui est beaucoup plus important encore, elle ne laisse pas de doute sur la nature de la substance qui réagit; là où il se forme du bleu de Prusse il doit y avoir eu de l'acide cyanhydrique.

Quiconque s'est occupé de recherches microchimiques sur des plantes, sait apprécier la grande valeur de cet avantage. Dans la majorité des cas, les réactifs dont on se sert dans l'étude des localisations laissent subsister des doutes, parcequ'on doit s'attendre à trouver plusieurs substances, de nature différente, qui présentent des réactions analogues.

On verra que la réaction du bleu de Prusse se prête très bien à l'emploi en microchimie. Aussi bien, me suis-je tenu exclusivement à elle, sans plus me servir des autres réactifs qu'on employe pour rechercher l'acide cyanhydrique.

M. Greshoff me conseilla de faire passer successivement les coupes à examiner par les trois solutions suivantes: *a.* solution de potasse à 5 pour 100 dans l'alcool; *b.* solution de 2,5 pour 100 de sulfate ferreux cristallisé à laquelle on ajoute 1 pour

100 d'une solution de chlorure ferrique[1]); *c.* de l'eau mélangée de 20 pour 100 d'acide chlorhydrique. Ce conseil s'est trouvé excellent. A tel point qu'il n'y aurait rien à ajouter s'il ne s'agissait que de reconnaitre le CAzH dans les organes qui en contiennent beaucoup comme, par exemple, dans de jeunes feuilles, les sommets de tiges ou les renflements basilaires des pétioles. Seulement, dès qu'on veut rechercher des traces et notamment s'il s'agit de constater soit la disparition, soit la réapparition du principe, à la suite de conditions spéciales imposées dans des expériences physiologiques, il importe d'apporter un soin presque méticuleux à l'emploi des réactifs. Si non, on s'expose à de graves erreurs, auxquelles on ne s'attendrait pas, au premier abord, avec une réaction aussi sensible. Aussi, les détails suivants sur le procédé, tel que je l'applique avec succès depuis longtemps, peuvent être utiles à connaitre.

Solution de potasse caustique.

On fait dissoudre dans l'eau 20 pour 100 de potasse, puis on ajoute à 20 volumes de ce liquide 80 volumes d'alcool à environ 90 pour 100. C'est cette solution qui m'a rendu en général les meilleurs services. De légères modifications peuvent, parfois, présenter quelque avantage. Ainsi, il y a des cas où il vaut mieux ne dissoudre la potasse que dans l'alcool; quelquefois il peut paraitre utile de se servir d'un liquide contenant une plus grande quantité de potasse. Si l'on apporte ces modifications il faut, bien entendu, ne jamais oublier de se servir de solutions ayant exactement la même composition dès qu'il y a des comparaisons à établir. Il faut toujours se servir d'une solution froide; tout chauffage est nuisible.

Il importe surtout de ne laisser les objets — coupes, fragments de tiges ou de racines, parties de feuilles — *qu'un instant* dans la solution.

Solution ferroso-ferrique.

La composition en est citée ci-dessus, d'après les indications de M. Greshoff.

---

1) La solution prescrite par la Pharmacopée Néerlandaise.

On ne se sert de cette solution que chauffée jusqu'à l'ébullition. Il faut y laisser les objets environ pendant 5 minutes et, en tout cas, jamais moins de 2 minutes. Lorsqu'on doit rechercher des traces de CAzH, il est recommandable de prendre une solution nouvellement préparée. Un séjour prolongé des objets dans la solution ne fait pas de mal — du moins jusqu'à un quart d'heure.

Acide chlorhydrique.

Ici encore il n'y qu'à suivre les indications de M. Greshoff. Un liquide contenant 20 pour 100 d'acide chlorhydrique rend de bons services. Il est recommandable d'y laisser les objets pendant 5 minutes, ni plus ni moins. Un temps plus court peut diminuer beaucoup la sensibilité et la netteté de la réaction, tandis que, d'autre part, une plus longue action de l'acide chlorhydrique, bien que moins nuisible, présente aussi des inconvénients.

Maintenant, si l'on prend toutes les précautions indiquées, je crois pouvoir assurer que les différences trouvées, quant à l'acide cyanhydrique, chez les objets étudiés, proviennent en réalité — même dans les cas difficiles — de la nature des objets et non des réactifs ou de la façon dont on s'en sert. On ne manquera pas de s'apercevoir, lorsque nous nous occuperons de la partie expérimentale de ces recherches, combien il est nécessaire d'avoir cette certitude pour éviter des conclusions erronées.

Si l'on affirme que là où il se forme du bleu de Prusse il doit y avoir eu de l'acide cyanhydrique, cela ne veut pas toujours dire que ce principe se soit trouvé auparavant à l'état libre dans la plante; il se peut aussi qu'il vient de se former à la suite d'une décomposition. Seulement, nous savons par les recherches de M. Greshoff, que l'acide cyanhydrique, s'il ne se trouve pas entièrement libre dans le *Pangium edule*, n'y est, tout au plus, uni à une autre substance que de manière fort instable. Cette instabilité est telle, si composé il y a, qu'il faut dûment en tenir compte dans les recherches sur la localisation

du CAzH. En effet, si l'on coupe une partie de *Pangium* — même avec un couteau très tranchant, de façon à ne broyer aucunement les tissus — le CAzH commence à se dégager immédiatement de la plaie.

Par conséquent, il faut ajouter encore deux récommandations à celles données ci-dessus. D'abord, de ne jamais opérer avec des coupes trop minces. Ensuite, de procèder tout-de-suite après avoir fait les coupes, sans délai aucun, à leur traitement.

On conçoit aisément que, dans les conditions données, l'étude des feuilles a dû présenter des difficultés, parceque sur des coupes quelque peu épaisses du limbe on ne distingue plus grand' chose. Au surplus, les limbes contenant généralement beaucoup de CAzH, tout se bleuit dans le voisinage des sections; ce qui contribue encore à rendre l'observation difficile.

Mais il y avait plus. Les feuilles se trouvaient être les organes où se forme la majeure partie du CAzH. Dès lors, les expériences physiologiques réclamaient une méthode apte à donner une bonne idée de la distribution générale du CAzH dans le limbe; et surtout à bien évaluer soit l'augmentation, soit la diminution du principe dans les conditions réalisées par les expériences. Bref, il fallait une méthode ressemblant, autant que faire se pourrait, à la „Jod-Probe" inaugurée par M. Sachs pour l'étude de la distribution et des quantités, approximatives, de l'amidon dans les limbes en entier.

D'abord, j'ai essayé de traiter les limbes par les réactifs, sans leur avoir fait subir aucune préparation. Le résultat fut négatif. Evidemment par le gonflement de la cuticule, la potasse caustique pénètre trop lentement dans la feuille, et pendant ce temps, ce qui est pire, l'acide cyanhydrique en sort. Ainsi, chez de jeunes feuilles, recouvertes d'un duvet de poils, on trouve de la sorte, à la fin de l'opération, du bleu de Prusse (et parfois en grande quantité) entre les poils et par conséquent *en dehors du limbe*. Tout-au-plus peut-on démontrer parfois ainsi la localisation du CAzH dans quelques éléments spéciaux de l'épiderme, et encore est-ce une exception quand cela réussit.

Après force tentatives, dans lesquelles j'ai voulu imaginer et appliquer toutes sortes de procédés plus ou moins compliqués, je suis arrivé à employer une manière des plus simples, pour apprendre à connaitre les quantités relatives et la distribution générale du CAzH dans les limbes. Mais, pour arriver à mes fins j'ai dû introduire dans le laboratoire un „instrument" qui y est très peu usuel, et ne cadrant nullement — il faut bien l'avouer —, avec l'outillage perfectionné d'aujourd'hui, savoir: **une brosse à cheveux.**

On frappe le limbe avec la brosse, à petits coups secs, aussi également que possible, puis on procède sans tarder à l'immersion dans le bain alcalin. Les nombreuses petites plaies, assez régulièrement distribuées sur toute la surface du limbe, font pénétrer partout les réactifs et l'on obtient un résultat très satisfaisant, ce que démontre, par exemple, la planche 3. Il est vrai que le bleu de Prusse ne se forme qu'au pourtour des petites plaies, et non dans tout le tissu; mais, en somme, les ensembles des petits cercles bleus permettent, presqu'aussi bien que des teintes égales, l'établissement des comparaisons nécessaires (voy. les figures 1, 2 et 4 de la planche citée).

Il est clair que le procédé n'est applicable que par ce qu'on a affaire à un principe volatile; sans cela, il y aurait une grave cause d'erreur dans le transport, par la brosse même, de la substance qu'on recherche, d'une partie du limbe vers l'autre. Dans le cas qui nous occupe il n'y a rien de ce genre à craindre; mainte fois je m'en suis assuré, lors des expériences dont il sera question dans le troisième paragraphe (voy. les Planches IX et X). On trouve de temps en temps des feuilles de *Pangium* qui présentent de grandes taches blanches, à la suite d'une maladie; ces taches ne contiennent pas d'acide cyanhydrique. Si l'on frappe une de ces feuilles, d'abord dans les parties vertes et tout-de-suite après sur les taches blanches, celles-ci ne présentent, la réaction terminée, pas la moindre réaction de bleu de Prusse.

II.

a.

Localisation.

Les figures des Planches 1 et 2, auxquelles j'aurai en premier lieu à renvoyer le lecteur, représentent des sections horizontales et verticales dessinées exactement d'après nature, la plupart en grandeur naturelle, quelques-unes d'entre-elles un peu grossies. Le dessinateur Javanais ayant travaillé chez moi et sous mon contrôle continu, je puis garantir la fidélité de ces reproductions. Et, ce n'est pas seulement quant à la forme que les figures reproduisent fidèlement les préparations, mais aussi quant aux teintes. Les couleurs des figures ne sont pas conventionnelles. Le brun rend la couleur prise par les éléments lignifiés et sclérifiés après un traitement par la vésuvine. Le bleu de Prusse des figures ne donne qu'une copie de la répartition du bleu de Prusse dans les préparations.

Ceci dit, commençons par l'examen de *la tige*.

Les figures 1 à 9 de la Planche I représentent des coupes transversales d'un jeune tronc âgé d'à-peu-près un an, et la figure 10 une coupe menée dans la partie médiane d'un tronc d'environ deux ans. Les figures 1 et 2 de la planche II représentent des sections longitudinales de sommets de tiges, et la figure 4 une pareille section d'une partie plus âgée.

L'inspection la plus sommaire de ces figures ne laisse pas de doute sur le mode de répartition du CAzH. A part quelques points bleus dans la moelle, et par ci par là aussi dans l'écorce, le principe se montre localisé dans le liber [1]). Une étude plus détaillée à laquelle nous reviendrons plus tard, nous apprendra qu'aussi les éléments péricycliques prennent part à la localisation de l'acide cyanhydrique, ce qui ne se distingue guère à l'oeil nu.

On voit que le CAzH monte dans le liber jusque tout près du méristème terminal (fig. 9, Pl. I et notamment fig. 1 et 2, Pl. II).

---

1) Et dans les »cellules spéciales" dont il sera question plus tard.

Quelle que soit la partie de la tige que l'on examine, l'axe hypocotylé ou la partie épicotylée de la plantule, de grosses branches ou le tronc même du plus grand arbre, toujours on trouvera le CAzH localisé dans le liber (et dans le péricycle, ce qui est dorénavant sous-entendu). La quantité en dépend de causes générales et, plus manifestement encore, de causes locales. Dans de jeunes pieds chétifs, cultivés dans des pots, le liber contient partout fort peu de CAzH, comparé à ce que l'on trouve dans une branche d'un arbre vigoureux. Des causes locales, ou plutôt internes, qui influent sur la quantité de CAzH dans le liber, nons pouvons déjà en signaler deux; savoir, le voisinage des feuilles et les arrêts de croissance. Sur de jeunes pieds les feuilles ne se trouvent que dans la partie supérieure et chez l'arbre adulte elles forment des touffes qui couronnent les branches; or, c'est dans la région où sont insérées les feuilles qu'il y a généralement le plus de CAzH dans le liber. L'allongement des branches subit de temps en temps un arrêt, dû entièrement à des causes internes, après lequel l'accroissement recommence avec une grande vigueur [1]). C'est maintenant chez les branches et les rameaux où le sommet se trouve dans une de ces périodes d'arrêt, qu'il y a, *ceteris paribus*, le plus de CAzH; et l'on constate encore la même chose lorsque l'arrêt est dû à des causes fortuites, comme par exemple la présence, fréquente d'ailleurs, de larves.

La racine n'offre plus tard pas de différence notable avec la tige, quant à la répartition de l'acide cyanhydrique. Dans de jeunes racines primaires, les relations entre le CAzH et le liber sont des plus distinctes; des préparations comme celles des figures 11 et 12 de la Planche I, avec leurs ilôts bleus de liber, sont particulièrement instructives.

---

1) Le *Pangium edule* m'a présenté un bel exemple de cette périodicité due à des causes internes, si fréquente ici. J'ai trouvé *sur la même branche* un rameau dont le sommet ne présenta pas la moindre trace d'allongement récent; il était sans doute dans sa période d'arrêt, tandis que le rameau suivant offrait une forte croissance terminale. J'ai d'ailleurs constaté des cas analogues chez le *Schizolobium excelsum*.

Dans *les fleurs* que j'ai examinées, le liber se trouvait de nouveau être le porteur spécial du CAzH, tant les parties florales proprement dites que dans les pédoncules.

Chez *les fruits*, les pédicelles (fig. 7 Pl. II et fig. 21 Pl. I) fournissent des préparations non moins instructives que les racines, bien que d'ordre différent. La figure 21 (Pl. I) par exemple, représente une coupe transversale par le sommet du pédicelle ou, si l'on veut, par la base du fruit; le cylindre libéro-ligneux est sur le point de se disloquer pour fournir les faisceaux isolés qui vont traverser le fruit. La forme échancrée de la masse libéro-ligneuse fait fort bien ressortir la localisation du CAzH dans le liber; surtout parceque les quantités du principe amenés vers les fruits qui se développent sont toujours considérables, de sorte que la réaction du bleu de Prusse dans les éléments libériens et péricycliques est des plus prononcées.

Les fruits qui sont en train de se développer contiennent énormément d'acide cyanhydrique, ce que nous savions déjà par les recherches de M. Greshoff. Le principe se trouve de nouveau dans les parties libériennes, et péricycliques, des faisceaux et aussi dans de nombreuses „cellules spéciales", dont nous nous occuperons plus tard. Ces „cellules speciales" sont plus nombreuses encore dans les couches externes des jeunes graines. Dans la graine mûre, ou presque mûre, il y a du CAzH dans les cellules périphériques de l'endosperme et dans les cellules appuyées contre les cotylédons; ceux-ci renferment beaucoup de CAzH tandis que l'axe, radicule et tigelle, en est sensiblement dépourvu.

Les feuilles offrent un polymorphisme remarquable, en rapport avec l'âge de la plante. Les deux ou trois premières feuilles de la plantule sont entières ou presque entières; celles qui suivent sont, au contraire, profondément découpées, tri- ou quinque-lobées. C'est ainsi qu'elles sont encore toutes dans mes jeunes arbres de deux et de trois ans, mais plus tard (je ne suis pas encore à même d'indiquer à quel âge du pied) il se forme de nouveau uniquement des feuilles entières. C'est la

forme qu'elles affectent toujours sur l'arbre adulte; elles deviennent en même temps plus épaisses, plus coriaces et plus pubescentes que celles des jeunes pieds.

Les dimensions des feuilles peuvent devenir considérables. J'en ai mesuré dont la longeur du limbe était d'*un demi-mètre* et la largeur un peu plus grande encore.

Les pétioles peuvent atteindre une longeur de 70 centimètres, avec un diamètre, dans la région médiane, d'un centimètre; en bas (fig. 13—16 Pl. I) et en haut (fig. 17—19 Pl. I) ils sont plus épais; c'est surtout le renflement basilaire qui peut présenter de fortes dimensions.

D'accord avec tout cela, le pétiole a dans sa majeure partie une structure qui ressemble beaucoup à celle d'un rameau, en tant qu'il y a un cylindre de bois continu. Aussi la localisation du CAzH est-elle comme dans les minces rameaux; c'est dans le liber que se trouve le principe (fig. 20 Pl. I; voy. aussi la fig. 5 Pl. II). Les renflements en haut et en bas nous fournissent encore de beaux exemples des relations qui existent entre le CAzH et les éléments libériens; dans le renflement terminal par l'échancrure du cylindre central (fig. 17—19 Pl. I), et dans le renflement basilaire à cause de la dislocation du cylindre (fig. 13—16 Pl. I; voy. aussi fig. 1 et fig. 5 Pl. II) [1]).

Dans tous les organes que nous venons de passer en revue il n'y a à l'état normal, jamais de CAzH dans le bois, à part, peut-être, quelques tout jeunes éléments venant de ce différencier du cambium. Et pourtant M. Greshoff, nous l'avons vu plus haut, a signalé la présence de l'acide cyanhydrique dans le bois, et même en quantité notable chez les racines. Voici comment s'explique cette contradiction. Si l'on coupe des branches feuillées ou des tronçons de tiges ou de racines, la transpiration de ces parties découpées amène bientôt une perte considérable d'eau. Le bois tâche de remédier à cette perte en attirant l'eau des couches plus périphériques et en premier lieu du liber. C'est dissout dans cette eau que l'acide

1) Dans les cas des figures 13—15 et 17—19 de la Planche I, les cellules de la gaine endodermique contenant beaucoup d'amidon, sont noircies par l'iode.

cyanhydrique passe dans le bois. J'ai laissé à dessein des branches coupées garnies de feuilles, quelque temps dans mon laboratoire avant de procéder au traitement ordinaire pour la recherche du CAzH. De cette façon j'ai constaté des cas où une grande partie de l'acide cyanhydrique avait été déplacée du liber vers le bois.

Il est clair que ce déplacement est un phénomène morbide, mais nous ne sommes pas autorisés à penser que les élements libériens doivent être morts avant qu'il puisse se manifester. J'ai, au contraire, eu occasion de constater un déplacement beaucoup plus notable du CAzH, sur la plante même, lors des expériences suivantes.

Pour l'étude du transport du CAzH je pratiquai, entre autres, des incisions annulaires sur des pétioles. Or, une fois ayant fait l'annélation sur des pétioles de grandes feuilles bien exposées, je ne pris pas assez de précautions pour recouvrir les plaies. A la suite de cette faute, le mince cylindre de bois du pétiole mis à nu, se dessècha vite et toute l'eau nécessaire au limbe devait passer dans la partie opérée du pétiole *par la moelle*. Les cellules de la moelle situées au-dessous de l'incision annulaire attiraient l'eau de toute part, et aussi du liber, à travers les rayons médullaires. Plusieurs fois j'ai constaté alors un déplacement du CAzH dans les éléments des rayons et jusqu'au milieu de la moelle, sans qu'il y eut raison d'admettre la mort des cellules traversées par la solution d'acide cyanhydrique.

Il résulte de ce que nous venons de dire, d'abord que le CAzH trouvé dans le bois lors d'expériences chimiques n'y est entré qu'à la suite de la transpiration dans des conditions anormales. Mais on peut en déduire ensuite que si l'acide cyanhydrique n'est pas libre dans le *Pangium*, le composé qui le renferme n'est pas seulement soluble dans l'eau, mais encore que ses solutions traversent facilement les cellules. Cette conclusion qui s'accorde avec beaucoup d'autres observations chez le *Pangium*, est importante au point de vue physiologique; nous y reviendrons dans la troisième partie de ce mémoire.

Reprenons, après cette digression, l'examen de la localisation du CAzH, dans lequel nous sommes arrivés *au limbe*, l'organe qui nous intéresse le plus dans cette recherche.

Au premier abord on dirait en examinant les figures 1, 2 et 4 de la Planche III, que dans le limbe les faisceaux sont dépourvus de CAzH, contrairement à ce que nous avons vu pour tous les autres organes. Pourtant cette conclusion serait erroné. Les poils de la brosse glissent souvent sur les faces arrondies des nervures proéminentes, et c'est ainsi qu'il s'y forme moins de petites plaies que dans le parenchyme. Chez les feuilles toutes jeunes, où les nervures sont encore très tendres, on ne manquera pas de voir de nombreux petits cercles bleus dans les nervures (fig. 3 Pl. III). Il y a encore d'autres détails du procédé appliqué, qui contribuent à expliquer pourquoi on ne voit que peu de cercles bleus dans les nervures de préparations comme celles des figures 1, 2 et 4. Nous ne nous y arrêterons pas parce qu'un examen plus minutieux démontre que dans la feuille adulte aussi, le liber, comme partout ailleurs, renferme du CAzH. Seulement, et c'est là un phénomène de haute valeur physiologique, le limbe de la feuille diffère de toutes les autres parties de la plante par ce qu'on y trouve beaucoup de CAzH *en dehors du liber*.

En traitant de la partie expérimentale de ces recherches, nous apprendrons à connaitre les conditions qui influent sur la quantité de CAzH dans les feuilles. Ici nous ne nous occupons que des limbes, pris comme types, de feuilles jeunes mais adultes, bien exposées au soleil.

Dans de pareils limbes, traités de la manière connue, on rencontre de l'acide cyanhydrique dans tout le parenchyme. Cela peut tenir en partie, il est vrai, aux propriétés du principe qu'on recherche et aux méthodes d'investigation dont il faut se servir. Toutefois, je suis certain de ne pas m'écarter beaucoup de la vérité, en affirmant que toutes ou presque toutes les cellules du parenchyme du limbe, contiennent ou peuvent du moins, normalement, contenir du CAzH.

Si, dans ce parenchyme on ne distingue pas d'éléments où

l'acide cyanhydrique soit spécialement localisé, il en est tout autre de l'épiderme.

Dans l'épiderme du limbe il y a deux sortes d'éléments qui constituent non seulement des dépositaires de CAzH, mais que nous devons envisager en premier lieu *comme laboratoires où le principe se forme*. Cela explique l'intérêt spécial qui, pour nous, se rattache à ces éléments; ce sont: les cellules basilaires des poils et les cellules à mâcles cristallins.

Les jeunes feuilles sont recouvertes d'un duvet de poils. La forme de ceux-ci est simple, ce que démontrent les figures de la planche IV. Sur la face supérieure du limbe ils sont assez régulièrement distribués, un peu plus nombreux seulement au-dessus des grosses nervures. Sur la face inférieure ils sont, d'abord plus nombreux et ensuite ils occupent de préférence les nervures (fig. 1 Pl. IV); entre les nervures il y en a aussi mais beaucoup moins. Leurs cellules basilaires ont des parois épaissies — tant sur le côté qu'en bas — mais il reste toujours des places où la membrane ne s'èpaissit pas (fig. 9—12 Pl. IV), de manière à livrer facilement passage aux solutions qui y entrent ou qui doivent en sortir. Les poils se conservent sur les feuilles pendant un temps plus ou moins long; chez l'arbre adulte celles-ci en sont toujours garnies, notamment sur la face inférieure, ce que nous avons déjà fait remarquer.

Or, ce sont *les cellules basilaires de ces poils* qui fonctionnent comme dépositaires de CAzH, et dans lesquelles entre autres, très probablement à mon avis, le principe se forme. Souvent on réussit à démontrer dans ces cellules (fig. 4, 5, 7 et 8 de la Pl. IV) une localisation des plus nettes du CAzH. Généralement, le principe n'entre pas dans les autres cellules du poil; il arrive plus souvent qu'on le trouve dans les cellules épidermiques voisines (fig. 6). Ce qui est plus fréquent encore, c'est de voir se produire une réaction fort prononcée dans le parenchyme au-dessous et autour de la cellule basilaire (fig. 3 Pl. IV). Vu la facilité qu'il y a à démontrer la présence du principe dans les cellules basilaires, il faut que celles-ci renferment beaucoup de CAzH. Aussi, notamment chez les jeunes feuilles,

la réaction réussit souvent sans aucun traitement préalable par la brosse.

Les cellules à mácles cristallins d'oxalate de chaux, constituent la seconde espèce d'éléments épidermiques où l'acide cyanhydrique se trouve en quantité considérable.

Les mâcles, dont j'ai d'abord déterminé la nature chimique à l'aide des réactifs connus, se recontrent dans l'épiderme des deux faces de la feuille. Sur la face supérieure ils se montrent de très bonne heure; de toutes jeunes feuilles en présentent déjà un certain nombre. Sur la face inférieure, les cristaux ne prennent naissance que beaucoup plus tard.

La figure 1 de la Planche VIII représente une section transversale d'une jeune feuille arrivée au tiers de son développement, mais cependant longue déjà d'un décimètre.

La face supérieure de cette feuille contenait de nombreux mâcles dans son épiderme; on en voit cinq dans la figure, dont quatre déjà grands tandis que le cinquième venait évidemment de prendre naissance. L'épiderme de la face inférieure était encore à cette époque presque entièrement dépourvu de cristaux; il n'y en avait que quelques-uns tout petits, comme les deux dans la figure.

Il n'y a pas seulement l'époque de leur apparition qui fait pour les cristaux une différence entre les deux épidermes; à d'autres égards encore il y a des différences.

Dans l'épiderme de la face supérieure les cristaux deviennent en définitive, généralement un peu plus grands. Les cellules qui contiennent les mâcles sont reparties de manière régulière (fig. 1 Pl. V); c'est seulement au-dessus des grosses nervures qu'elles sont un peu plus nombreuses.

Le nombre des cristaux est beaucoup plus considérable dans l'épiderme de la face inférieure, mais, en revanche, les cristaux n'atteignent qu'à des dimensions un peu moindres. La distribution des cellules cristallifères n'y est pas du tout régulière; elles occupent de préférence et en quantité le dessus des nervures, même des plus minces (fig. 8 Pl. VIII).

L'oxalate de chaux de l'épiderme des feuilles chez le *Pan-*

gium, n'entre bien dans aucune des catégories établies par M. Schimper [1]); il participe d'une part au propriétés de l'„oxalate primaire" de M. Schimper et d'autre part à celles de son „oxalate secondaire". En effet, les mâcles cristallins en question commencent à se montrer dès le début du développement de la feuille, mais leur accroissement — et probablement aussi leur augmentation en nombre — ne s'arrète pas du tout, à ce qu'il parait, en même temps que la croissance de la feuille, M. Schimper a démontré que la production de son „oxalate primaire" ne dépend pas directement de la transpiration, ce qui, au contraire est au plus haut degré le cas pour „l'oxalate secondaire" [2]). Dans le cours de mes expériences sur le *Pangium*, j'ai vu la production des mâcles épidermiques être influencée par la transpiration.

Les figures de la Planche V démontrent combien dans les cellules épidermiques à mâcles d'oxalate de chaux, la réaction du bleu de Prusse est nette. La localisation du principe est des plus distinctes.

Dans la recherche du CAzH les mâcles cristallins disparaissent le plus souvent, ils sont dissouts pendant l'immersion dans l'acide chlorhydrique par laquelle l'opération se termine comme on sait. Aussi généralement les cellules cristallifères où la réaction a bien porté, se présentent-elles comme celles des figures 3 et 4 de la Planche V. Le bleu de Prusse occupe la périphérie d'une lacune qui, par ses contours, rappelle encore plus au moins le mâcle disparu. Dans ces cas les formes insolites de ces lacunes centrales indiquent déjà que les éléments épidermiques où le CAzH se localise ne sont autres que les cellules ci-devant cristallifères. Tous les doutes sont levés à cet égard lorsqu'on trouve des cellules où les mâcles ne sont que partiellement dissouts ou même peu entamés, ce qui arrive parfois, notamment lorsque l'immersion dans l'acide chlo-

---

1) A. F. W. Schimper: Ueber Kalkoxalatbildung in den Laubblättern, Bot. Zeit. 1888, p. 5 du tiré-à-part.

2) Voy. Schimper: loc. cit, p. 7 et Kohl: Anat-Physiol. Unters. der Kalksalze und Kieselsäure in der Pflanze, Marburg, 1889, p. 180.

rhydrique a duré moins longtemps. Alors on réussit sans difficulté à observer des cellules, dans lesquelles des fragments plus ou moins intacts de mâcles d'oxalate de chaux se trouvent en présence de bleu de Prusse. Les figures 1, 2 et 5 de la Planche V représentent de pareils cas; parmi lesquels celui de la figure 2 est particulièrement instructif.

Cellules spéciales.

A plusieurs reprises déjà il a été question dans les pages précédentes, de „points bleus" ou de „cellules spéciales", dans l'écorce et la moelle des divers organes.

Nous allons nous occuper maintenant de ces éléments intéressants, pour lesquels j'ai emprunté à M. Guignard le nom de *cellules spéciales*, appliqué par lui aux cellules à myrosine des Crucifères.

Les cellules spéciales du *Pangium edule*, n'affectant aucune disposition particulière mais distribuées par ci par là, en nombre variable, dans les tissus parenchymateux qui les contiennent, renferment de l'acide cyanhydrique. Ce principe y est localisé d'une manière tout à fait remarquable, les cellules environnantes n'en contenant généralement pas la moindre trace (voy. les figures de la Pl. VI). Cette localisation extrêmement nette démontre une fois de plus, la confiance qu'on peut avoir dans la réaction du bleu de Prusse appliquée aux recherches microscopiques sur la distribution du CAzH dans les tissus du *Pangium*.

La moelle de la tige se prête fort bien à l'étude du développement et des particularités, d'ailleurs peu nombreuses, des cellules spéciales; aussi est-ce à elle que les figures 1 à 7 de la Planche VI se rapportent.

Les figures 1 et 2 représentent des cellules spéciales qui viennent de se différencier, tout près du méristème terminal; on reconnait encore le noyau et la couche pariétale de protoplasma, malgré le traitement rude qu'il a fallu appliquer pour obtenir la réaction du bleu de Prusse. Celui-ci colore tout le contenu de la cellules, d'une teinte bleue et égale mais moins prononcée que dans des cellules plus âgées. De telles cellules

plus âgées sont représentées dans les figures 3—5, prises à quelque distance du sommet; tandis que celles des figures 6 et 7 proviennent d'un endroit de la moelle où l'allongement de la tige avait entièrement ou quasiment cessé.

Dans l'écorce de la tige, qui présente deux zônes bien distinctes, les cellules spéciales se trouvent tant dans la zône interne (fig. 8) que dans la zône externe, généralement collenchymateuse (fig. 9).

Les propriétés des cellules spéciales de la moelle et de l'écorce de la racine, des pétioles, des pédoncules et des pédicelles ne diffèrent en rien de ce qu'on rencontre dans la tige. Dans la figure 10 de la Planche VI j'ai représenté une cellule spéciale située dans le phelloderme d'une racine, ce qu'on voit quelquefois. Enfin la figure 11 reproduit une couple de cellules spéciales de la paroi du fruit, qui en contient beaucoup.

Dans de rares cas j'ai rencontré des cellules spéciales parmi les éléments endodermiques.

Il résulte de l'inspection des figures de la Planche VI que les cellules spéciales ne se distinguent nullement des éléments environnants par leur forme. Dans la moelle on trouve quelques cellules à parois épaisses, assez souvent allongées; ces éléments *peuvent* contenir parfois du CAzH et fonctionner comme cellules spéciales, mais le plus souvent elles ne sont pas chargées de cette fonction.

L'impression générale qu'on reçoit, c'est que toute cellule du tissu fondamental peut devenir, en cas de besoin, cellule spéciale. Le plus souvent cette différenciation se fait de bonne heure, parfois seulement elle parait avoir lieu plus tard. Ainsi, dans la cellule allongée inférieure de la figure 6 Pl. VI — dessinée seulement en partie — le CAzH ne commençait qu'à se montrer, bien que la cellule ne fut plus jeune. Cette même figure, ainsi que les figures 7 et 9 de la Planche VI, montre que lorsque les membranes des cellules spéciales s'épaississent, il reste toujours des parties non-épaissies constituant des canaux conducteurs.

La période dans laquelle se trouve le sommet d'une tige,

n'est pas sans avoir de l'influence sur le nombre d'éléments à CAzH dans la moelle et dans l'écorce. Ces éléments sont beaucoup plus nombreux dans les sommets qui subissent une période d'arrêt que chez ceux où l'allongement a lieu de façon énergique (comp. les fig. 1 et 3 de la Pl. II).

Il est clair que le CAzH des cellules spéciales prend naissance dans ces éléments et qu'il ne tire aucunement son origine du liber.

Dans des plantes laissées longtemps à l'obscurité, j'ai constaté une réaction prononcée de bleu de Prusse dans les cellules spéciales de l'écorce de la tige, tandis que le liber se trouvait dépourvu de CAzH. Dans des expériences d'annélations de tiges et de pétioles il m'est arrivé de même, de trouver, au-dessous de l'incision annulaire, dans l'écorce, des cellules spéciales contenant encore du CAzH, alors que ce principe avait disparu du liber.

Si les feuilles sont les usines générales où se fabrique la plus grande partie du CAzH dont le *Pangium* a besoin, les cellules spéciales constituent de petites usines indépendantes fournissant l'acide cyanhydrique nécessaire aux besoins locaux. Dans les endroits non ou pas suffisamment desservis par le système conducteur libérien ces usines locales prennent naissance, et en plus grand nombre à mesure que la plante a ou aura besoin dans ces endroits de plus de substances plastiques. Cette règle détermine, sans exception à mon avis, la distribution normale des cellules spéciales dans les organes du *Pangium*. Je ne citerai que quelques exemples. Dans les parties plus âgées de la tige, où la moelle ne mène plus qu'une vie presque latente, celle-ci ne renferme plus d'éléments qui fonctionnent comme cellules spéciales; mais, au même niveau, l'écorce, participant d'une vie beaucoup plus vigoureuse, en renferme plusieurs. Si dans les sommets des tiges à l'état de repos, le nombre des cellules spéciales est grand, c'est qu'il faudra à l'organe, aussi dans la moelle et dans l'écorce, beaucoup de substances plastiques dès que l'allongement reprendra sa marche rapide. Dans la majeure partie de la moelle des pétioles on ne trouve pas de cel-

lules spéciales, mais il y en a, et souvent même plusieurs (fig. 6[a], 6[b] Pl. II) dans et près des renflements basilaire et terminal, parties dans lesquelles aussi les éléments du tissu fondamental doivent continuer à mener une vie active.

Déjà dans les pédicelles des fruits en voie de développement le nombre des cellules spéciales est considérable (fig. 7 Pl. II); dans la paroi du jeune fruit et dans les graines qui se développent la quantité d'usines locales à CAzH est beaucoup plus grande que partout ailleurs. Ici le CAzH amené par le liber est loin de suffir au développement des grands fruits avec leurs grosses graines, toutes pleines de substances plastiques. Aussi, dans les jeunes graines la couche périphérique (qui ne fonctionne plus lorsque la graine est mûre) est littéralement criblée de cellules spéciales, souvent allongées et parfois ramifiées.

Nous avons vu que dans de très jeunes cellules spéciales fig. 1, 2 Pl. VI) le noyau et le protoplasma sont encore bien reconnaissables. Il devient difficile de les distinguer dans les cellules spéciales un peu plus âgées (fig. 4, 5, 6 Pl. VI), et bientôt tout leur contenu se présente avec un aspect réfringent et homogène (fig. 3 et 7—11 Pl. VI).

Point n'est besoin de dire qu'il importait de connaitre la nature de cette substance réfringente qui accompagne le CAzH dans les cellules spéciales.

Elle présente la réaction xanthoprotéique (fig. 4 et 5 Pl. VII); en outre, l'application du réactif de Millon (fig. 6—8 Pl. VII), de l'iode (fig. 9 et 10), de l'éosine [1]), de l'acide sulphurique en présence de sucre de canne et du sulfate de cuivre suivi par un traitement par la potasse caustique, indiquent qu'il faut la ranger dans la catégorie des matières albuminoïdes.

Vu l'importance de la chose, j'ai réuni dans la Planche VII quelques dessins faits d'après mes préparations. Comparées au teintes prises par les cellules spéciales, la coloration du proto-

---

1) Voy.: A. de Wèvre, Recherches sur la technique microchimique des albuminoïdes, Bullet. de la Soc. Belge de Microscopie, 26 Févr. 1894, p. 123.

plasma des cellules environnantes fut tellement insignifiante que je ne l'ai pas représentée dans les figures. Les cas des figures 9 et 10 ont été obtenus en traitant des coupes du tissu vivant directement par l'iode.

Afin de ne plus laisser aucun doute sur le fait que ce sont *les mêmes cellules* qui contiennent le CAzH et la matière albuminoïde, j'ai réuni dans les figures 1 à 3 de la Planche VII quelques cas dans lesquels les réactions du bleu de Prusse et xanthoprotéique sont combinées. La dernière de ces deux réactions détruit le bleu de Prusse; toutefois si l'on arrête l'opération au juste moment on peut obtenir des combinaisons comme celles des figures citées. Les figures 1^a, 1^b et 1^c proviennent d'une même coupe (de la zône interne de l'écorce de la tige). Dans la figure 1^a la couleur franchement verte prouve que l'intensité des deux réactions est à-peu-près égale; dans la figure 1^b la réaction xanthoprotéique commence à dominer et dans la figure 1^c elle a presque entièrement le dessus. Le cas de la figure 2 ressemble à celui de la figure 1^a. Enfin j'ai figuré le contenu d'une cellule spéciale, dans laquelle la réaction du bleu de Prusse dominait d'un coté (fig. 3). Les figures 4 et 15 proviennent de la moelle de la tige; la figure 6 de même, mais elle est prise près du sommet. Les figures 3 et 8 représentent des cellules spéciales de la zône interne de l'écorce, tandis que les figures 9 et 10 viennent de nouveau de la moelle de la tige. Du reste je prends la liberté de renvoyer le lecteur à l'explication des planches.

A propos des cellules spéciales il nous reste encore à signaler un phénomène auquel je crois devoir assigner une portée considérable.

Dans les toutes jeunes cellules spéciales, qui viennent seulement de se différencier comme telles, la matière albuminoïde est bien peu dense encore. J'ai même cru trouver des cas dans la moelle où la matière albuminoïde ne s'était pas encore formée dans la jeune cellule spéciale, bien que celle-ci contenait déjà de l'acide cyanhydrique. Plus tard je n'ai plus réussi à retrouver de pareils cas, de sorte que l'observation reste sujette à caution.

A quelque distance du sommet, les cellules spéciales de la moelle présentent avec une intensité égale les réactions des matières albuminoïdes et celle de l'acide cyanhydrique. Si l'on s'écarte plus encore du sommet, pour approcher des endroits où la vie active des éléments de la moelle diminue, alors la réaction du bleu de Prusse perd beaucoup de son intensité dans les cellules spéciales, et plus que les réactions de la matière albuminoïde. Puis, à une plus grande distance du sommet encore, on peut trouver des cellules spéciales de la moelle *qui ne contiennent plus du tout de CAzH quoiqu'elles continuent toujours à renfermer des dépots de matière albuminoïde.* Il est vrai que celle-ci a aussi diminué visiblement. Mais, je le répête, le fait est indiscutable, les cellules spéciales cessent de contenir de l'acide cyanhydrique un certain temps *avant* de ne plus renfermer de matière albuminoide. Cela arrive là où les éléments du tissu parenchymateux qui contient les cellules spéciales, perdent en activité.

Ainsi on réussit facilement à trouver sur la même coupe transversale de la tige, beaucoup de CAzH dans les cellules spéciales de l'écorce et plus du tout dans celles de la moelle, tandis que celles-ci présentent toujours les réactions indubitables, quoiqu'affaiblies, de la substance albuminoïde. On peut même donner sur des zônes dans lesquelles les cellules spéciales situées dans la périphérie de la moelle contiennent encore de l'acide cyanhydrique, alors que celles du centre ne renferment plus que de la matière albuminoïde.

Dans des tiges et des pétioles sur lesquelles on a pratiqué l'incision annulaire, il n'est pas rare de ne plus trouver du CAzH dans les cellules spéciales au-dessous de l'incision, bien que leur contenu offre encore distinctement les réactions de la matière albuminoïde.

Si j'attache une grande importance à ces observations, c'est qu'il en résulte: que l'acide cyanhydrique n'est pas un produit nécessaire des transformations chimiques que subit la matière albuminoïde mise en réserve dans ces cellules, lorsque elle va être utilisée par la plante.

Dans les cellules cristallifères et dans les cellules basilaires des poils de l'épiderme de la feuille, il n'y a jamais de dépôts de matière albuminoïde. Ces cellules là ne sont qu'usines à CAzH; ce principe n'y saurait être considéré comme produit de la décomposition d'une réserve de substance albuminoïde, pour la raison suffisante que pareille réserve n'est jamais emmagasinée dans ces éléments. J'ai apporté tous les soins nécessaires à l'étude de ce point parce que, d'accord avec ce que nous venons de signaler pour les cellules spéciales, il apporte un autre argument à l'appui de ma thèse: que l'acide cyanhydrique du *Pangium edule* n'est *pas* un produit de décomposition ou de dèsassimilation. Dans la troisième partie de ce travail, lors de la discussion détaillée de cette thèse, on apprendra à connaitre les raisons qui me conduisent, au contraire, à considèrer le CAzH du *Pangium* comme produit d'assimilation [1]).

Eléments libériens et péricycliques.

Si j'ai réussi à faire entrevoir déjà l'intérêt qui se rattache à l'étude de l'acide cyanhydrique dans le *Pangium edule*, on comprendra que les indications sommaires données ci-dessus, sur la localisation du principe dans le liber (et dans le péricycle) ne suffisent pas. Les éléments libériens et péricycliques

---

1) Avant de quitter les cellules spéciales du *Pangium edule*, il faut signaler leur ressemblance morphologique avec ce que M. Heinricher a nommé les »réservoirs à albumine", qui se trouvent chez les Crucifères et chez quelques familles voisines. Quant à la distribution dans les divers tissus, les deux sortes d'»idioblastes" diffèrent beaucoup, et physiologiquement la ressemblance à considérablement diminué, depuis que M. Guignard a démontré que les »réservoirs à albumine" de M. Heinricher sont, en tout cas en premier lieu, des cellules à myrosine. Il est vrai que celles-ci peuvent à la rigeur contenir, outre la myrosine, une autre substance albuminoïde encore (voy. Guignard, loc. cit. p. 46).

Voy. notamment: Guignard, Recherches sur la localisation des principes actifs des Crucifères, Paris 1890; Heinricher, Die Eiweisschläuche der Cruciferen etc., Mittheil aus dem bot. Inst. zu Graz, Heft 1, Jena 1886; Spatzier, Ueb. das Auftreten und die physiol. Bedeutung des Myrosins in der Pflanze, Pringsheim's Jahrb. Vol. 25, Berlin 1893.

Comp. aussi: Fry, On aggregation of proteid in the cells of *Euphorbia splendens*, Annals of Botany, Vol. 5 London 1890—91.

réclament un examen plus détaillé, duquel nous allons nous occuper maintenant.

La structure du liber du *Pangium* est normale et simple. Il se compose d'éléments criblés, de cellules annexes et d'éléments parenchymateux, dont quelques uns renferment des mâcles cristallins; ces mâcles sont très nombreux dans les cellules des rayons médullaires, tant primaires (*r. p.* fig. 4 Pl. VIII) que secondaires (*r. s.* fig. 4 Pl. VIII). Les éléments péricycliques adossés contre le liber sont parenchymateux, puis viennent des groupes ou des arcs de fibres péricycliques, tels qu'on en trouve dans tant de plantes en face du liber.

Dans plusieurs figures de la Planche I on reconnait ces groupes de fibres péricycliques à la teinte rouge que leur a donné la vésuvine, à la suite de la sclérification de leurs membranes (voy. les fig. 1—4, 10, 20, 22ª et 23 et surtout les figures 22 — les trois petites coupes —, 23ª et 24 — la coupe du milieu —).

La figure 4 de la Planche VIII représente une partie d'une coupe transversale du liber de la tige — organe dans lequel j'ai principalement étudié les détails de la localisation du CAzH dans le liber et le péricycle — traitée par le iode. Ce réactif est un précieux auxiliaire dans l'étude du liber chez le *Pangium*, parce qu'il fait reconnaitre de suite, même sur des coupes transversales, et les tubes criblés et la plupart des cellules annexes. En effet, les tubes criblés du *Pangium* renferment, toujours à ce qu'il parait, — à l'état actif et normal bien-entendu — une assez grande quantité d'amidon, se colorant en rouge par l'iode, tandis que la majorité des cellules annexes contient, dans les mêmes conditions, une matière albuminoïde se colorant en jaune par le réactif. C'est ce qu'on voit dans la figure 4 de la Planche VIII, à laquelle je prierai le lecteur de comparer la figure 5 de la même planche, qui représente deux tubes criblés et quatre cellules annexes, dessinées d'après une section longitudinale. Les préparations qui ont fourni ces figures ont été prises de matériaux conservés dans l'alcool; c'est à cela qu'il faut attribuer la belle couleur jaune-souffre que

prend le contenu albuminoïde des cellules annexes, avec l'iode.

En termes généraux on peut dire: en premier lieu, que tous les éléments libériens proprement dits, avec les éléments péricycliques qui s'y rattachent, *peuvent* contenir du CAzH, à l'exception des fibres âgées et fortement sclérifiées et, probablement aussi, des cellules à mâcles cristallins. En second lieu, que les rayons médullaires, d'ordre divers, ne renferment si non pas du tout, en tout cas très peu d'acide cyanhydrique comparé au liber proprement dit.

Dans les tiges très riches en CAzH les cellules endodermiques et notamment les cellules de l'écorce interne voisines des groupes de fibres péricycliques peuvent en contenir aussi; sans qu'il y ait suffisamment raison d'admettre que le principe n'est entré dans ces cellules qu'à la suite de l'opération, de sorte que sa présence n'y serait pas normale. Je suis, au contraire, plutôt enclin à admettre que dans ces cas où les éléments libériens et péricycliques sont particulièrement riches en CAzH, ils peuvent en déverser normalement une partie dans les plus proches cellules de l'écorce. En somme, la question n'a qu'un intêret fort secondaire, parcequ'on peut dire qu'en général, il n'y a dans la région en question, que le liber et le péricycle qui entrent en ligne de compte comme tissus ou l'acide cyanhydrique est localisé.

Les tubes criblés, éléments libériens auxquels nous nous adressons tout d'abord, présentent une difficulté dans la recherche du CAzH. Dès qu'on a fait une section soit d'une jeune tige, soit d'une branche ou d'un tronc plus âgé, on voit sortir du liber des gouttes d'un liquide qui provient en majeure partie sans doute, des tubes criblés. La même chose a été constatée pour d'autres cas [1]). Cela explique pourquoi, chez le *Pangium*, il n'est généralement pas facile d'obtenir la réaction du bleu de Prusse dans l'intérieur des tubes criblés, et d'autre part, pourquoi il arrive souvent qu'il s'est formé du bleu de Prusse sur la surface des sections du liber.

---

1) Voy. entre autres: Kraus, Ueb. den Siebröhreninhalt von Cucurbita, Sitz. Ber. d. naturf. Ges. zu Halle, 23 Febr. 1884, p. 2 du tiré-à-part.

Pourtant on réussit à obtenir des cas comme ceux des coupes transversales et longitudinales représentées dans les figures 6 et 7, et 8—10 de la Planche VIII, dans lesquelles la réaction du bleu de Prusse à l'intérieur des tubes criblés est manifeste. Je prierai le lecteur de comparer ces figures aux figures 4 et 5 de la même planche.

Il est beaucoup plus facile de reconnaitre la présence de l'acide cyanhydrique dans les cellules annexes (fig. 6, 7, 9, 10 Pl. VIII), tant parce qu'elles constituent des cavités fermées que parce que la substance albuminoïde que la plupart d'entre elles renferment, empêche, en se figant, la diffusion du CAzH.

La matière albuminoïde des cellules annexes, que nous allons retrouver près du sommet dans d'autres éléments encore, ressemble quant aux propriétés tant physiques que chimiques au contenu albuminoïde des cellules spéciales, pour autant qu'on peut en juger. Mais, il va sans dire, que cela ne prouve rien pour l'identité de la substance protéique de ces divers éléments; pourtant il est possible, si non probable, que cette identité existe, ou qu'au moins les contenus albuminoïdes en question ne diffèrent pas beaucoup.

Tout ce que nous venons de dire se rapporte aux parties adultes de la tige. Si, maintenant nous nous adressons aux parties les plus jeunes, nous observons d'autres phénomènes qui ne manquent pas non plus d'intérêt.

Dans le proche voisinage du sommet les éléments libériens, qui ne sont pas encore bien différenciés, ne contiennent que relativement peu de CAzH, mais on constate vers le dehors du jeune liber en voie de formation, de longues cellules toutes remplies d'acide cyanhydrique *et de matière albuminoide* (fig. 11 et 12 Pl. VIII).

Ces longues cellules ne sont autres que les jeunes fibres péricycliques, qui se différencient avec une remarquable précocité, dans le voisinage immédiat du méristème primitif.

A mesure qu'on s'éloigne du sommet, le contenu albuminoïde des jeunes fibres diminue (fig. 13 Pl. VIII). A un moment donné on arrive à une zône de la tige où la matière

albuminoïde des fibres péricycliques a disparu, tandis que les cellules annexes n'en renferment pas encore; on rencontre alors dans les tubes criblés mêmes d'assez nombreux amas de substance albuminoïde. Plus loin du sommet encore, les cellules annexes revêtissent le caractère de dépôts de cette substance que nous leur connaissons, et dans le contenu des tubes crib lés nous ne rencontrons plus que quelques globules qui présentent de façon energique les réactions des matières albuminoïdes.

Comme règle générale la réserve albuminoïde des jeunes fibres péricycliques est assez vite épuisée, tel que nous venons de le décrire, d'après l'étude de mes pieds de *Pangium* d'un à trois ans. Toutefois, dans d'épaisses branches j'ai trouvé parfois encore des dépôts de matière albuminoïde, dans quelques fibres péricycliques internes guère sclérifiées.

Contrairement à ce qui a lieu pour la réserve albuminoïde, les fibres péricycliques continuent longtemps encore à contenir du CAzH. D'ailleurs l'épaississement de leur membranes se fait tard et pas en même temps; la sclérification procédant très lentement, en sens centripète. Même dans des fibres à parois assez épaisses, on rencontre encore, parfois, de l'acide cyanhydrique; on peut alors voir le bleu de Prusse se dessiner nettement jusque dans les minces canaux qui traversent les parois des fibres.

Pour les cellules annexes il n'est pas plus difficile que pour les cellules spéciales, de démontrer que l'acide cyanhydrique qu'elles contiennent normalement, n'est *pas* un produit de dès-assimilation, se formant au fur et à mesure que leur réserve albuminoïde s'épuise. Si l'on examine, après un certain temps [1]), des tiges annelées, au-dessous de l'incision annulaire, on constate que le CAzH a disparu; malgré cela plusieurs cellules annexes contiennent encore de la matière albuminoide. Cette matière se conserve le plus longtemps dans la zône périphé-

---

1) Pour fixer les idées, j'ajouterai avoir fait les observations dort il est question ici, le 10 Août 1893 et le 7 Janvier 1894, sur des tiges annelées le 26 Juillet 1893 et le 14 Novembre 1893.

rique du liber; dans les cellules annexes de la zône interne elle disparait bientôt. Le fait que l'on ne trouve plus nulle part dans les cellules annexes du CAzH, indique que ce principe ne se forme pas lors du transport et de l'emploi de la substance albuminoïde mise en réserve dans ces cellules.

Avant de clore ce paragraphe consacré à la localisation du CAzH dans le *Pangium*, il reste une dernière observation à signaler.

Dans les rayons médullaires — nous venons de le voir — et dans la moelle et l'écorce, on trouve dans tous les organes, des cellules à mâcles d'oxalate de chaux. Toutefois, contrairement à ce qui s'observe dans l'épiderme de la feuille, ces cellules ne fonctionnent *pas* comme usines ou dépositaires d'acide cyanhydrique; normalement, a ce qu'il parait, ce principe ne s'y trouve même jamais.

Ainsi la production ou la mise en réserve du CAzH n'est nullement une fonction générale des cellules à oxalate de chaux, chez le *Pangium edule*; le phénomène ne se produit que lorsque l'oxalate de chaux prend naissance à la suite des conditions spéciales réalisées dans les cellules cristalligènes de l'épiderme de la feuille (et probablement aussi dans les cas exceptionnels — autant que je puis en juger — où il y a des mâcles cristallins dans le tissu de palissade, fig. 2 Pl. VIII),

Tous les auteurs s'accordent d'ailleurs, quelle que soit du reste la divergence de leurs opinions, à admettre que l'oxalate de chaux que l'on rencontre dans divers endroits de la plante, n'a pas partout la même origine.

A en juger d'après les apparences, on inclinerait à croire qu'une partie de l'oxalate de chaux formé dans les feuilles du *Pangium* est transportée vers la tige, surtout depuis que l'idée de l'insolubilité de ce sel dans la plante a dû être abandonnée. Les feuilles âgées du *Pangium* contiennent elles-mêmes presque deux fois plus de chaux que les jeunes feuilles. Cela résulte d'une analyse que M. van Romburgh a eu l'obligeance de faire pour moi, et dans laquelle il fut trouvé, dans les feuilles séchées

à 105°: 5,3 % de CaO pour les feuilles âgées et 2,72 % de CaO pour les jeunes feuilles.

b.

Transport.

On admet généralement que c'est dans les éléments libériens qu'a lieu le grand transport des substances plastiques azotées.

Toutefois, un traité de botanique récémment paru [1]), s'inscrit en faux contre cette opinion; quelques expériences décrites par un jeune auteur, nous obligeraient à changer d'avis [2]).

Pour M. Frank le liber n'est pas un tissu conducteur, mais seulement un endroit où sont emmagasinés les matériaux de réserve — et notamment les substances azotées — dont le cambium a besoin pour engendrer les jeunes éléments auxquels il donne naissance.

M. Frank et son élève invoquent comme argument important contre les vues actuelles, que dans les jeunes entre-noeuds, chez les Dicotylédones, les éléments criblés du liber ne sont pas encore différenciés, ou en tout cas pas suffisamment développés, pour remplir le rôle qu'on leur assigne.

Ensuite, on aurait mal interprêté les expériences d'annélation, sur lesquelles repose en grande partie l'opinion générale sur les fonctions du liber.

D'abord, à la suite des annélations, les matières plastiques ne diminueraient *pas* dans les tubes criblés, au-dessous de l'incision annulaire; même trente jours après l'opération, M. Blass n'a pas pu constater pareille diminution [3]). En second lieu, les phénomènes de croissance observés au-dessus des incisions annulaires, ne prouveraient rien pour une accumulation de substances plastiques dont la descente est empêchée, parce que

---

1) Frank: Lehrb. der Botanik, I, 1892, p. 184, 604, 614.

2) Blass: Unters. üb. die phys. Bedeut. des Siebthels der Gefässbündel, Pringsheims Jahrbücher, Bd. 22, 1891.

3) Blass: loc. cit. p. 290.

ces phénomènes ne se réduiraient, au fond, qu'à la formation d'un bourrelet de tissu cicatriciel.

On oublie, en argumentant de la sorte, que les annélations pratiquées sur de jeunes troncs ou sur des branches, amènent des différences dans le développement au-dessus et au-dessous de l'incision annulaire, qui ne se bornent nullement à la formation d'un bourrelet plus ou moins considérable, à la lèvre supérieure de la plaie [1]).

Pour commencer l'exposé de mes propres recherches à enrégistrer dans ce paragraphe, je citerai en passant l'observation suivante, d'abord parce qu'elle a rapport à l'arbre qui fait le sujet de ce travail, et ensuite parce que autant que je sache, on ne sait encore rien sur les effets des annélations sur les arbres se trouvant dans des conditions équatoriales, particulièrement favorables à la croissance.

Vers la fin de Décembre, au beau milieu de la saison pluvieuse, j'ai pratiqué une incision annulaire sur le tronc d'un jeune pied de *Pangium*, âgé d'à-peu-près deux ans, ayant une hauteur d'environ 2,75 mètres. L'incision, large de 5 centimètres, fut faite à une hauteur d'un mètre au-dessus du sol; au-dessous d'elle il ne restait plus de feuilles. Cinq semaines après j'abattis l'arbre et j'enrégistrai les mesures suivantes:

Distances du sol des zónes mesurées, en centimètres:	*Diamètre du tronc, en millimètres:*	*Rayon des corps ligneux en millimètres.*
70	34	11,5
80	33	10
90	30	10
97 (tout près de la lèvre inférieure de l'incision)	30	10
105 (immédiatement au dessus de la lèvre supérieure)	54	15,5
110	42	13

1) Voy., entre autres, Faivre: Des incisions annulaires et de leurs effets, Ann. des Sc. Nat., 5ième série, T. 12, 1869, p. 139.

120	35 11
130	34 10
140	33 10
150	32 9,5

Un jeune pied à côté, de même âge et se trouvant dans les mêmes conditions, m'a fourni les mesures suivantes que j'ajoute comme termes de comparaison:

Distance du sol des zônes mesurées, en centimètres:	*Diamètre du tronc en millimètres:*
70	38
80	36
90	35
97	34
105	34
110	34
120	33
130	31
140	31
150	30

De soigneuses recherches sur le liber interne dans la racine et la tige des Dicotylédones, publiées il y a peu de temps (Août 1891), par M. Scott et M. Brebner [1]), ne sont pas du tout venu confirmer les vues de M. Frank. Au contraire, le travail consciencieux des auteurs anglais apporte de nouvelles preuves à l'appui de l'opinion générale sur le rôle du liber.

MM. Scott et Brebner disent [2]): „Nous avons évité à dessein de critiquer les arguments du Dr. Blass, bien qu'il nous semble que ses arguments ne sont pas incompatibles avec la théorie du transport; et que même à quelques égards ils prêtent un nouvel appui à cette théorie. Nous admettons volontiers que, dans toutes les plantes avec accroissement cambial, la fourniture de matériaux nutritifs pour cette croissance doit être une fonction importante du liber. Mais, autant que nous sachions,

1) On internal Phloem in the Roots and Stems of Dicotyledons, Ann. of Bot. V. 5, N°. 19.

2) Loc. cit., p. 295.

ceci n'a jamais été nié. Seulement, nous tenons à signaler que les relations anatomiques du liber sont souvent absolument incompatibles avec la supposition que son rôle unique ou principal a rapport à la formation du bois". Les auteurs ont sans doute encore raison en s'exprimant de la sorte à la fin de leur travail [1]): „Nos résultats quant à la continuité des divers systèmes libériens dans la racine et dans la tige tendent à donner un nouvel appui à la théorie des fonctions conductrices de ce tissu".

Le lecteur qui aura suivi l'exposé qui précède sur la localisation du CAzH dans le *Pangium*, comprendra qu'une des premières questions à résoudre est celle que voici: l'acide cyanhydrique est-il transporté dans le liber du *Pangium*?

Pour trouver une réponse à cette question, je devais, à mon tour, avoir recours à l'opération de l'incision annulaire. Seulement, je me trouvai pour ces expériences, dans des conditions plus avantageuses que mes devanciers. En effet, les substances dont on a jusqu'ici recherché le transport dans le liber ne présentaient, généralement, ni une composition chimique exactement connue, ni des réactions assez sensibles pour bien faire constater leur diminution ou leur disparition; de là un certain vague dans les descriptions [2]).

Moi j'avais affaire, au contraire, à une substance connue, offrant une réaction qui permet de bien évaluer les diminutions et de constater, le cas échéant, sans laisser aucun doute, sa complète disparition. Aussi, avais-je le droit d'attendre, en pratiquant des incisions annulaires, une réponse claire et définitive à la question posée.

Les résultats des expériences que nous allons relater, ont pleinement justifié cette prévision.

Le 26 Juillet 1893 j'ai pratiqué l'incision annulaire sur douze

---

1) Loc. cit., p. 296.
2) Notamment sensible dans celles de M. Blass.

jeunes pieds de *Pangium*, âgés d'à-peu-près dix mois. Les annélations furent faites en bas sur les tiges; comme dans toutes mes opérations du même genre, il n'y avait plus de feuilles au-dessous de l'incision.

Le 3 Août, ainsi après 7 jours, je sacrifiai un des pieds. Il résulta de l'examen que la quantité de CAzH dans le liber fut, au-dessus de l'incision beaucoup plus grande et au-dessous beaucoup plus petite qu'à l'état normal.

Le 10 Août (après 14 jours, par conséquent), j'examinai quatre pieds et le 11 Août tous les autres. Le résultat fut aussi clair qu'on put le désirer: au-dessus de l'incision, le liber contenait de fortes quantités de CAzH et au-dessous plus rien du tout ou bien de très faibles traces. Ces différences ne se montraient par seulement dans le bourrelet de la lèvre supérieure et tout près de la lèvre inférieure, mais, au contraire, de part et d'autre à de grandes distances de la plaie. Dans la figure 24 de la Planche I, les coupes représentées ont été traitées exactement de la même façon et en même temps; celle du milieu provient d'une région au-dessous de l'incision, tandis que les deux autres sont prises au-dessus de la plaie.

Le 14 Novembre 1893, je procédai de nouveau à l'annélation de 10 pieds, plantés en même temps que ceux de l'expérience précédente.

Le 21 Novembre j'examinai un de ces pieds. Bien qu'il y eut déjà une différence, quant à la quantité de CAzH, entre le liber au-dessous et celui au-dessus de l'incision, elle ne fut pas encore bien prononcée.

Le 5, le 6 et le 7 Décembre — ainsi trois semaines après l'opération — je sacrifiai trois autres plantes. Il y eut, au-dessous de l'incision, encore un peu de CAzH dans le liber, mais en quantité insignifiante, comparée au liber de la partie de la tige située au-dessus de l'incision.

Le 15 Décembre un cinquième pied présenta une différence encore plus marquée: il y eut cependant, encore toujours de minimes quantités de CAzH dans le liber au-dessous de l'incision.

Le 7 Janvier 1894, j'examinai un autre des pieds opérés. L'incision avait été faite à une assez grande distance du sol, de sorte que j'avais un grand tronçon de tige au-dessous d'elle. Ce long tronçon, quoique parfaitement vivant, ne contenait jusqu'en bas, *plus la moindre trace de CAzH dans le liber*. Tout près de et dans la racine, on voyait encore quelques éléments libériens renfermant de minimes quantités du principe. Au-dessus de l'incision, la tige contenait partout énormément de CAzH dans la zône libérienne.

Un autre pied, examiné le lendemain, fournit un résultat encore plus convainquant, s'il est possible, parce que, au-dessous de l'incision annulaire, non seulement l'acide cyanhydrique avait disparu du liber de toute la tige, mais qu'aussi les éléments libériens de la racine n'en renfermaient plus aucune trace.

Les trois coupes de la figure 23, Pl. I, proviennent de la tige au-dessus de l'incision annulaire et celles de la figure 23ª, de la partie située au-dessous d'elle. Un simple coup-d'oeil jeté sur les figures 23, 23ª et 24 de la Planche I suffit à démontrer, sans commentaire aucun, combien a été clair et convainquant le résultat des annélations de la tige.

Je ne me suis pas arrêté là, cependant. Les particularités de ma plante me permettaient d'aller plus loin encore et d'expérimenter avec des *pétioles* annélés. Ce qui a été dit plus haut sur les dimensions et la structure des pétioles chez le *Pangium*, fera comprendre la possibilité de pratiquer sur eux des incisions annulaires. Aussi l'expérience réussit-elle fort bien, pour peu qu'on prenne quelques précautions. Les annélations sont faites vers le milieu du pétiole, là où sa structure ressemble le plus à celle d'une tige.

Vers le milieu d'Août 1892, j'ai fait quelques expériences avec des branches feuillées. La branche coupée fut dépourvue d'une partie de ses feuilles, placée en bas dans un sceau rempli d'eau et recouverte par une grande cloche en verre. J'annélai généralement deux ou trois pétioles. Après trois jours l'effet de l'opération fut déjà appréciable. Au-dessus de l'incision annulaire il y avait beaucoup de CAzH dans le liber; au-dessous,

la partie mince du pétiole n'en renfermait plus du tout; seul le renflement basilaire en contenait encore dans le liber, mais moins qu'à l'état normal.

Le 13 et le 14 Novembre 1893, je pratiquai l'incision annulaire sur quinze pétioles de deux plantes à croissance vigoureuse. Cinq jours plus tard je constatai des différences dans le liber au-desus et au-dessous de l'incision comme celles dans les expériences précédentes. Entre le 20 et le 22 Novembre j'examinai les pétioles qui me restaient. Le résultat fut franchement positif. Au-dessus des incisions il y avait partout du CAzH dans le liber; au-dessous des incisions l'acide cyanhydrique du liber avait complètement, ou presque entièrement, disparu, aussi dans les renflements basilaires des pétioles.

Je citerai enfin une dernière observation, faite lors de recherches entreprises dans un autre but.

Le 18 Janvier 1894, j'opérai sur deux pieds l'annélation des pétioles de plusieurs feuilles. Les plantes furent mises à l'obscurité jusqu'au 28 Janvier, époque à laquelle je dus me servir de la plupart des feuilles opérées.

Le 15 Février — ainsi après que les plantes avaient de nouveau été exposées à la lumière pendant 18 jours — je remarquai [1]) qu'il était resté une feuille à pétiole annelé présentant un aspect très sain. J'examinai alors le pétiole au-dessus et au-dessous de l'incision annulaire. Au-dessus le liber renfermait beaucoup de CAzH (fig. 22[a] Pl. I) et au-dessous pas la moindre trace, pas plus dans le renflement basilaire, qui en contient généralement tant à l'état normal, qu'ailleurs (voy. les six coupes de la fig. 22 Pl. I).

En somme, les résultats obtenus avec des pétioles annélés ne sont pas moins concluante que ceux fournis par les incisions

---

1) Inutile de dire que j'avais un nombre considérables de pieds de *Pangium*, me servant dans mes recherches.

annulaires des tiges : l'acide cyanhydrique n'est pas seulement emmagasiné mais — et en premier lieu — *transporté* dans le liber. Formé dans les limbes, que nous avons déjà désignées comme grandes usines centrales à CAzH du *Pangium*, il est conduit dans le liber vers tous les endroits où il faut à la plante beaucoup de substances plastiques azotées.

Puisque les annélations empêchent ce débit, il était probable qu'on pourrait constater une accumulation de CAzH dans les feuilles des plantes opérées. Cela arrive en effet. Les jeunes feuilles, soit déjà adultes soit encore en voie de croissance, de pieds annélés, présentent la réaction du bleu de Prusse de façon manifestement plus intensive que les feuilles les mieux conditionnées des plantes normales. Ainsi, la figure 1 de la Planche III représente à-peu-près le maximum d'intensité de la réaction chez une vigoureuse feuille bien éclairée d'un pied normal, tandis que les figures 3 et 4 représentent des parties de feuilles d'un pied annélé. Cette accumulation se comprend d'autant plus, que l'allongement des tiges diminue beaucoup, pour cesser ensuite, après les annélations; fait connu depuis bien longtemps.

Ainsi le CAzH est transporté dans le liber du Pangium; c'est là un fait indubitable, entièrement d'accord avec le rôle de tissu conducteur assigné au liber. Par conséquent, comme telles déjà, mes observations sont en désaccord avec les vues de M. Frank sur le liber. Et si, après la lecture de ce travail, on envisage, comme moi, l'acide cyanhydrique comme substance plastique azotée, jouant un rôle important dans la vie du *Pangium*, alors les présentes recherches opposent un démenti formel à l'hypothèse de M. Frank. Hypothèse, d'ailleurs, au sujet de laquelle il est peut-être permis de se demander, si elle se trouvait suffisamment justifiée par le seul travail de M. Blass.

Mes observations tendent en même temps à expliquer comment peut se faire le transport des substances plastiques azotées, dans les jeunes parties des tiges, où les éléments libériens

ne sont pas encore, ou pas suffisamment, différenciés, et à écarter ainsi une difficulté signalée, non sans raison, par M. Frank et M. Blass.

Nous avons vu plus haut, que le péricycle prend non seulement part, chez le *Pangium*, à l'emmagasinement du CAzH, mais que tout près du sommet de la tige ce sont ces éléments qui contiennent le plus d'acide cyanhydrique. Je ne doute pas que près du sommet, ce soient les jeunes fibres péricycliques, dont nous avons observé la différenciation précoce, qui jouent le rôle d'éléments conducteurs du CAzH, alors que les éléments libériens ne sont pas encore aptes à bien remplir cette fonction.

En général, les fibres péricycliques se différencient de très bonne heure [1]); aussi me parait-il probable que chez d'autres plantes encore, ils remplissent dans leur jeune âge, le rôle d'éléments conducteurs de substances plastiques azotées.

III.

a.

Rôle.

1.

Je n'ai jamais pu constater chez le *Pangium edule*, un dégagement d'acide cyanhydrique des diverses parties de la plante. Evidemment le principe a trop d'importance pour la plante, pour qu'elle le laisse s'échapper dans l'atmosphère. D'ailleurs, la place qu'occupe le CAzH dans la racine, la tige et les pétioles, rend un dégagement sinon impossible, en tout cas fort improbable. Quand on laisse le sommet d'une tige avec ses feuilles, dans une atmosphère confinée en présence d'une solution de potasse caustique, celle-ci ne contient, à la fin de l'expérience, pas de traces de cyanure de potassium.

Nous n'avons pas non plus à nous arrêter longtemps à l'hypothèse que l'acide cyanhydrique serait élaboré par le *Pangium* exclusivement, ou en premier lieu, comme moyen de

---

1) M. Blass, entre autres, en cite plusieurs exemples dans son travail.

protection, en raison de sa toxicité. Dans une des premières pages de ce travail il a été dit que le CAzH joue un certain rôle dans l'alimentation du *Pangium*; et le chapitre précédent a pu laisser entrevoir déjà en partie dn moins, au lecteur que ce rôle est loin de manquer d'importance.

On ne conçoit pas bien, du reste, une substance protectrice cachée à l'intérieur du liber de gros troncs recouverts de rhytidome, et d'épaisses racines d'un arbre de grande taille. Certes, dans quelques occurences le CAzH du *Pangium* protégera l'arbre, et notamment les feuilles, contre les attaques d'un certain nombre d'animaux. Mais, je me plais à croire, qu'arrivé à la fin du présent travail, le lecteur voudra bien souscrire à ma conclusion, que cette utilité là est d'ordre absolument secondaire et que le rôle principal de l'acide cyanhydrique dans le *Pangium edule* est tout différent et autrement important.

Ensuite, nous avons fait remarquer déjà que si le CAzH du *Pangium* peut tenir à l'écart beaucoup d'animaux [1]), il y en a pour lesquels le principe parait être inoffensif. Mais ce qui est plus: pour d'autres il offre une attraction spéciale, qui n'est pas sans causer souvent un tort considérable à la plante.

J'ai trouvé quelquefois des *Heterodera* dans le liber des racines, entourés d'éléments contenant du CAzH. Dans le parenchyme des grosses nervures des feuilles on rencontre assez souvent des kystes de nature animale; je n'en connais pas l'origine, mais elles font penser aussi à des Nématodes. Les feuilles de *Pangium* ne sont pas du tout exemptes de dommages causés par d'autres animaux encore.

Tout ceci, cependant, n'est pas sérieux, d'après mon expérience. Ce sont de petites attaques d'animaux, ne causant pas grand tort, tel qu'on en trouve chez tous les arbres, et peut-être chez le *Pangium* — je le veux bien — moins que dans beaucoup d'entre eux.

Beaucoup moins inoffensifs sont des larves qui habitent à l'intérieur des sommets des branches des grands pieds de *Pan-*

---

1) Dans le premier chapitre, nous en avons cité des exemples.

gium. Ces larves recherchent tout particulièrement les parties terminales des branches contenant le plus d'acide cyanhydrique; elles occupent des positions diverses mais le plus souvent elles traversent le liber et le bois d'un côté, pour aller se porter dans la moelle. Plusieurs fois j'ai trouvé le bleu de Prusse pas seulement dans les cellules environnantes mais déposé jusque sur le corps de l'animal; la seule chose que je n'aie pas pu constater, c'est la présence de l'acide cyanhydrique dans l'animal même. [1])

Comme nous avons dit plus haut, les larves entravent considérablement l'allongement de la branche, à laquelle il faut beaucoup de temps pour se remettre. Il n'y a pas de doute qu'il faille considérer l'animal comme nuisible aux branches qu'il habite. Toutefois, pour pouvoir se faire une idée du dommage qu'il fait à l'arbre, il faut savoir quelque chose sur la fréquence de ses attaques. A cet égard je suis à même de fournir des renseignements assez complets.

Dans le cours de mes recherches, j'ai eu entre les mains des centaines de sommets de branches, coupés sur de grands arbres dans le voisinage de Buitenzorg. Eh bien, 20 pour cent, au bas mot, des branches examinées étaient attaquées par le parasite! Pas besoin d'insister sur le dommage considérable que les larves causent à ces arbres.

Ainsi, voilà un exemple fort instructif, d'une substance vénéneuse pour l'homme et pour un très grand nombre d'animaux, qui, en revanche, se trouve avoir tant d'attraits pour un autre animal que sa présence dans la plante peut être, à cet égard bien entendu, nuisible à celle-ci, au lieu d'exercer une influence protectrice générale.

2.

L'acide cyanhydrique dans le *Pangium edule* est une substance aux dépens de laquelle s'édifie ultérieurement de la matière

---

1) Chez les Chilognates, appartenant aux Myriapodes on a constaté la formation d'acide cyanhydrique. M. Max Weber a étudié spécialement, pour le *Fontaria gracilis* les organes dans lesquelles cette production a lieu. (Voy. Kobert, Lehrb. d. Intoxikationen, 1893 p. 509.)

albuminoïde; ou, pour nous servir des termes usités: *le CAzH du Pangium est substance plastique de matière albuminoïde.*

Cette conclusion s'impose à ce qu'il me semble. Ce qui a été dit dans les deux paragraphes du chapitre précédent y conduit déjà et nous ne tarderons pas à connaitre, dans ce paragraphe-ci, d'autres faits qui plaident en sa faveur.

Parmi les arguments que nous connaissons déjà, il y en a de directs et d'indirects.

Les arguments indirects sont: la localisation du CAzH dans le liber, et le péricycle, et notamment son transport dans les éléments libériens. Les arguments directs: la localisation du CAzH avec une matière qui sert évidemment de réserve albuminoïde dans les *mêmes* éléments (cellules spéciales, cellules annexes, fibres péricycliques) et surtout, l'ordre d'apparition et de disparition des deux substances, l'acide cyanhydrique et la matière albuminoïde, dans les éléments où ils sont localisés ensemble.

Le lecteur se rappellera que, soit dans la vie normale, soit à la suite de conditions spéciales créées lors des expériences, le CAzH disparait dans les „cellules spéciales" et dans les „cellules annexes" *avant* la matière albuminoïde. Il résulte de là, comme nous l'avons fait remarquer ci-dessus, que le CAzH n'est pas un produit de dèsasimilation, prenant naissance lorsque la réserve albuminoïde en question doit être transportée et utilisée. Résultat confirmé par le fait que les cellules basilaires des poils et les cellules à mâcles d'oxalate de chaux dans l'épiderme des feuilles, ne contiennent *pas* de réserve albuminoïde, bien qu'elles fonctionnent manifestement comme usines où il se forme du CAzH. Quant aux fibres péricycliques, tout porte à admettre que la matière albuminoïde qu'elles contiennent près du sommet de la tige, y est formé aux dépens de l'acide cyanhydrique amené d'en bas.

Pour compléter et confirmer ces notions, et pour entrer dans le coeur même de la question, il fallait déterminer par voie expérimentale, autant que possible, les conditions dans lesquel-

les le CAzH prend naissance dans les feuilles, parce que — à part les cellules spéciales — ce sont elles qui constituent les laboratoires dans lesquels le principe se forme dans le *Pangium*.

Je commencerai l'exposé de mes nombreuses expériences par relater les effets de la:

Mise à l'obscurité.

J'ai expérimenté tant avec des *Pangium* cultivés dans des pots qu'avec des pieds en pleine terre. Il est évident que les premiers sont dans des conditions moins normales; seulement, ils présentent l'avantage d'être plus facilement maniables. On les place dans les caisses et les chambres noires, tandis que dans les expériences avec les jeunes arbres, dehors, il faut, au contraire, amener les grandes caisses noircies à l'intérieur vers la plante. Il me fallait plusieurs hommes pour poser ou enlever les caisses dans la petite plantation de *Pangium* que j'avais fait faire au jardin.

Pendant le courant des années 1891—1894 j'ai mis un bien grand nombre de *Pangium* cultivés dans des pots, à l'obscurité.

Le résultat final fut toujours le même, savoir: la disparition du CAzH des feuilles. Je fais suivre ici, brièvement, quelques détails, empruntés à mes notes; la première des dates citées est toujours celle où les plantes ont été placées à l'obscurité, les dates suivantes celles où les plantes ont été examinées. Chaque expérience a été faite avec plusieurs plantes à la fois, qui furent introduites soit dans des caisses noircies à l'intérieur soit dans une chambre noire.

5 Août—17 Août 1891; notable diminution de CAzH dans les feuilles.

12 Décembre—24 Décembre 1891; une partie des feuilles vides [1]), les autres contenaient encore du CAzH. Les feuilles les plus âgées se vident les premières.

---

1) »Vide" veut dire ici: ne contenant plus d'acide cyanhydrique.

12 Décembre—27 Décembre; CAzH disparu.

22 Juillet 1892; après six jours les feuilles commencent à perdre le CAzH, surtout chez les plantes les moins vigoureuses et avec peu de feuilles. Le 8 Août la plante la plus vigoureuse contenait encore du CAzH dans ses feuilles; le 12 Août le principe avait partout disparu.

11 Septembre 1892; je n'ai laissé aux plantes que les deux feuilles supérieures, toutes les autres furent enlevées. Le 16 Septembre constaté forte croissance des jeunes feuilles; encore beaucoup de CAzH, aussi dans les cellules basilaires des poils et dans les cellules cristallifères de l'épiderme. Le 20 Septembre toutes les feuilles contiennent encore du CAzH; le 26 Septembre la plupart d'entre elles sont vides ou presque vides.

3 Octobre—19 Octobre 1892; les feuilles qui sont restées aux plantes sont toutes vides.

4 Février—19 Février 1894; toutes les feuilles vides ou presque vides.

6 Mai—18 Mai 1893; le CAzH a partout disparu.

24 Mars—7 Avril 1894; 16 Mai—28 Mai; toutes les feuilles vides ou presque vides.

1 Juillet—17 Juillet 1894; il y avait encore du CAzH dans quelques feuilles.

18 Juillet—1 Août 1894; la grande majorité des feuilles vides.

En moyenne il a fallu quinze jours aux feuilles pour perdre leur acide cyanhydrique à l'obscurité. Le principe disparaît le plus vite dans les feuilles inférieures et généralement le plus tard dans les feuilles tout près du sommet. Lorsqu'une plante

n'a qu'une seule feuille ou peu de feuilles, le CAzH disparait un peu plus vite que chez les plantes à plusieurs feuilles; cette différence est peu marquée cependant. Dans une de mes expériences, j'avais deux plantes, l'une à côté de l'autre, dans un grand pot; une d'elles n'avait qu'une seule grande feuille, l'autre en avait plusieurs. La feuille solitaire perdit son CAzH 2 ou 3 jours avant les feuilles de l'autre plante.

Généralement il y a quelques feuilles qui tombent à l'obscurité, surtout si l'expérience se prolonge au delà de la durée moyenne.

J'ai constaté que les feuilles conservaient leur couleur verte dans toutes ces expériences, à l'exception d'une seule. Dans ce cas exceptionnel, la plante avait été cultivée, à dessein, dans un sol contenant très peu d'azote. Les feuilles de cette plante jaunirent dans la chambre noire, sans tomber.

Dans la figure 1 de la Planche 9 j'ai représenté un fragment de feuille d'une plante restée à l'obscurité pendant quinze jours. La partie supérieure, qui présente la réaction du bleu de Prusse, est prise le 18 Juillet 1894, au moment où la plante fut placée dans la chambre noire; la partie suivante, prise le 1 Août, montre la complète disparition du CAzH.

Dans l'espoir d'obtenir plus vite des résultats, et de mieux pouvoir me servir des plantes après qu'elles sortent de l'obscurité, j'ai expérimenté aussi, comme il a été dit, sur de jeunes arbres en pleine terre. Cet espoir était motivé par deux raisons. D'abord, parce que les plantes cultivées dans des pots contiennent, en moyenne, un peu plus de CAzH dans leurs feuilles que les pieds, comparables, en pleine terre. Ensuite, parce que ceux-ci ont une vie beaucoup plus énergique, à la suite de laquelle tous les phénomènes vitaux ont lieu avec plus d'activité.

Comme pour la série précédente je vais donner quelques extraits de mes cahiers d'annotations:

28 Novembre 1893; le jeune arbre est placé sous une grande

caisse noircie en dedans. Le 29 Novembre il y a diminution de CAzH dans les feuilles. Le 3 Décembre la feuille la plus âgée est vide; à l'exception des deux feuilles supérieures, les autres ne renferment plus que très peu de CAzH. Le 7 Décembre plusieurs feuilles étaient tombées; il en restait encore six. De ces six feuilles les quatre inférieures ne renfermaient plus du tout de CAzH; la cinquième seulement des traces, et la sixième (toute jeune, près du sommet) encore assez.

7 Décembre—17 Décembre 1893; des douze feuilles du pied cinq ne contenaient plus du tout de CAzH; deux des autres étaient presque vides tandis que les cinq qui restaient renfermaient encore assez du principe.

17—27 Décembre 1893; des quatre feuilles de la petite plante, deux étaient entièrement vides et deux contenaient encore de l'acide cyanhydrique.

Le 19 Décembre 1893; je ne laissai à deux pieds qu'une seule feuille adulte à chacun; je recouvris ensuite les pieds de caisses noircies le 27 Décembre. Le 2 Janvier 1894 les deux feuilles ne contiennent plus de CAzH.

10 Janvier 1894; je mis sous une caisse deux pieds auxquels je n'avais laissé que deux feuilles à chacun; à la plante **1** une feuille adulte et une très jeune feuille; à la plante **2** deux feuilles n'ayant encore que la moitié de leurs dimensions définitives. Le 18 Janvier la feuille adulte de la plante **1** était vide; la toute jeune ainsi que les deux jeunes feuilles de l'autre plante renfermaient encore beaucoup de CAzH.

Dans ces dernières expériences mes plantes souffraient beaucoup de l'humidité, ce qui n'est pas étonnant, parce que les mois de Novembre, Décembre et Janvier sont souvent les plus humides de toute l'année, ce qui veut beaucoup dire pour un endroit où il tombe de 4 à 5 mètres de pluie par an.

Pour parer quelque peu à cet inconvénient je plaçai dans la suite mes caisses avec les coins sur de bas supports. De cette façon, il entrait en bas bien un peu de lumière diffuse dans la caisse; mais j'avais raison de penser que cela ne retarderait guère la disparition du CAzH des feuilles, vu la différence qu'il y a déjà sur un même pied, croissant dans des conditions normales, entre les feuilles exposées au soleil (fig. 1 Pl. 3) et celles se trouvant à l'ombre (fig. 2 Pl. 3).

Les effets de ce changement ne furent pas considérables; en tout cas elles n'influèrent pas sur le temps qu'il faut au CAzH pour disparaître des feuilles.

La seconde série d'expériences à l'obscurité, avec des pieds en pleine terre, confirme les résultats obtenus avec des *Pangium* cultivés dans des pots. Seulement, d'accord avec nos prévisions, on trouve après un temps plus court un grand nombre de feuilles avant perdu tout leur CAzH; en moyenne, ce temps est pour les feuilles adultes, de dix jours.

La perte du CAzH n'est-ce qu'un symptome précurseur de la mort des feuilles — à la suite des conditions anormales des expériences — ou bien celles-ci peuvent-elles, à nouveau normalement éclairées, se remettre à produire de l'acide cyanhydrique? C'était évidemment la première question à résoudre ensuite.

La réponse ne fut pas obtenue aussi facilement qu'on le penserait, parce que la très grande majorité des feuilles tombe les premiers jours que la plante est remise à la lumière; phénomène bien connu pour de pareilles expériences. Néanmoins, les données suivantes suffisent, sans doute, pour répondre à cette question préalable:

a. Le 4 Février 1893 je mis trois plantes se trouvant dans des pots dans ma chambre noire. Le 19 Février deux des plantes avaient perdu quelques feuilles, la troisième pas. Le CAzH avait entièrement disparu des feuilles ou bien il n'en restait plus que de faibles traces. Les plantes furent replacées à la

Mo. Bot. Garden
1893.

lumière. Entre le 19 et le 26 Février toutes les feuilles tombèrent, à l'exception d'une seule; celle-ci présentait encore une très faible réaction de bleu de Prusse. Le 26 Février cette feuille ne contenait plus du tout de CAzH; le 3 Mars le principe réapparaissait; le 11 Mars il y avait un peu plus de CAzH; finalement le 23 Mars la feuille en renfermait de nouveau beaucoup.

b. Le 7 Avril 1893 je replaçai à la lumière quelques plantes, ayant séjourné depuis le 24 Mars à l'obscurité. Une feuille ne renfermant â ce moment là plus de CAzH, ne tomba pas dans la suite; réexaminée cinq semaines plus tard, elle présenta une forte réaction de bleu de Prusse, tout-à-fait normale.

c. Le 15 Avril 1894 je recouvris un pied croissant en pleine terre d'une caisse noircie à l'intérieur. Le 28 Avril elle avait perdu toutes ses feuilles adultes; au sommet trois jeunes feuilles avaient subi, au contraire, une assez forte croissance; quoiqu'étiolées et minces elles avaient l'air sain. J'examinai un lobe d'une d'elles qui se trouva être presque dépourvue de CAzH (fig. 2*a* Pl. 9); le 5 Mai — ainsi après une exposition de sept jours à la lumière — un autre lobe de la même feuille offrait à-peu-près la quantité normale de CAzH (fig. 2*b* Pl. 9).

d. Une jeune feuille étiolée, développée à l'obscurité sur un pied en pleine terre, ne renfermait plus, le 24 Juin 1894, que par-ci par-là du CAzH (fig. 1*a* Pl. 10). Eclairée alors jusqu'au 3 Juillet, le reste de la feuille reprit la forte réaction normale de bleu de Prusse (fig. 1*b* Pl. 10).

Ainsi, pour peu que les conditions soient favorables, les feuilles sortant de l'obscurité dépourvues de CAzH, sont à même de recommencer la production de ce principe sous l'influence de la lumière. Le fait mentionné dans l'expérience *a*, que des traces de CAzH se trouvant encore dans une feuille au moment de sortir de l'obscurité, disparaissent ensuite à la lumière, n'est pas le seul de ce genre que j'ai observé. Cela

prouve que les feuilles peuvent utiliser elles-mêmes le CAzH qu'elles forment. Cette conclusion est entièrement confirmée par d'autres expériences, dont nous parlerons plus loin; d'autre part elle s'accorde avec le rôle de substance plastique assigné à l'acide cyanhydrique du *Pangium*.

Cette considération nous amène vers une autre question qui n'a pas encore reçu de réponse, savoir: le CAzH qui disparait de feuilles de plantes placées à l'obscurité, où reste-t-il?

Nous avons déjà vu que lorsqu'il n'y a qu'une seule feuille à une plante placée à l'obscurité, cette feuille perd quelquefois un peu plus vite son CAzH qu'il n'est le cas chez les plantes portant plusieurs feuilles. Pourtant la différence n'est pas grande. Cela indique déjà que le transport n'est pas la cause principale de la disparition de l'acide cyanhydrique à l'obscurité, dans les feuilles.

J'ai fait un grand nombre d'expériences, dans lesquelles, avant de placer les plantes à l'obscurité, j'ai empêché le transport du CAzH; soit en pratiquant l'annélation des pétioles, soit en opérant des parties de limbes de différentes manières, comme l'a fait M. Kraus dans ses recherches sur la physiologie du tannin (Grundlinien zu einer Physiologie des Gerbstoffes, Leipzig, Engelmann 1889).

Les feuilles traitées de la sorte, perdirent à l'obscurité en général presque en même temps leur CAzH que les feuilles non opérées. Si je résume l'ensemble de mes investigations à ce sujet, j'arrive à la conclusion, que seulement au commencement de la mise à l'obscurité le transport du CAzH vers la tige continue; bientôt il s'arrête et la disparition complète du principe est due presque en entier à ce que la feuille l'utilise elle-même. Dans deux autres cas, dont nous venons d'en citer un, tout-à-fait différents, j'ai constaté l'emploi du CAzH par **la feuille même qui l'a formé.**

Ces faits n'ont rien qui doive nous étonner. Au contraire, si l'on se place à mon point de vue, on conçoit très bien que la feuille se sert elle-même du CAzH produit par elle auparavant, dès qu'elle se trouve dans des conditions dans lesquelles

elle a besoin de substances plastiques, soit pour croître, soit pour rester en vie aussi longtemps que possible. Dans ce dernier but le CAzH est utilisé par les plantes mises à l'obscurité. Dans le premier, c'est-à-dire pour parer aux exigences de la croissance, chez les jeunes feuilles coupées placées dans l'eau; expériences auxquelles nous reviendronus plus tard. Enfin, lorsque les traces de CAzH restées dans une feuille après un séjour à l'obscurité, disparaissent après le replacement à la lumière, c'est pour répondre aux besoins de la vie redevenue active sous l'influence des conditions normales.

Influence exercée sur le CAzH des feuilles par un séjour dans une atmosphère confinée dépourvue d'acidè carbonique.

Il va sans dire qu'il importait en second lieu de connaître cette influence. Malheureusement, il se présentait des difficultés que je n'ai pas réussi à éviter tout-à-fait. D'abord, il n'est pas facile de faire ce genre d'expériences avec de jeunes arbres; cette difficulté d'ordre purement technique fut sans doute surmontable, toutefois elle m'empêcha de faire plusieurs expériences à la fois. Ensuite, et c'est là un inconvénient plus grave, les *Pangium* supportent mal un séjour prolongé dans une atmosphère dépourvue d'acide carbonique. Même si l'on prend toutes les précautions pour bien régler l'éclairage, ce qui est un point important, et le renouvellement de l'air confiné, il arrive pourtant que les feuilles jaunissent ou se laissent choir sans autre raison apparente que la trop longue durée des conditions anormales.

Aussi, les résultats de ces expériences-ci ne sont pas aussi complets que je l'aurais voulu. Malgré cela ils suffisent, je pense, à nous informer sur le point en litige.

Le 28 Décembre 1892 j'introduis dans mon appareil le sommet d'un jeune *Pangium* haut de plus d'un mètre et muni de quelques feuilles adultes et d'une jeune feuille. Le 9 Janvier le CAzH avait diminué dans toutes les feuilles. Le 12 Janvier il reste deux feuilles adultes qui ne contiennent plus de CAzH,

bien qu'elles aient conservé un aspect sain; la jeune feuille renferme encore du CAzH mais moins que quatre jours auparavant. La plante est remise dans l'atmosphère ordinaire. Le 18 Janvier les deux feuilles adultes sont tombées; la jeune feuille renferme de nouveau plus de CAzH que le 12 Janvier.

Le 4 Février 1893 je commençai une autre expérience avec une plante portant trois feuilles. Le 19 Février le CAzH diminue et 26 Février les feuilles n'en contiennent plus que des traces. Il fut donné accès alors à l'air atmosphèrique. Le 24 Mars les feuilles donnaient de nouveau une réaction de bleu de Prusse bien prononcée.

Le 28 Mai 1893 mise du sommet d'un pied dans l'atmosphère confinée en présence de potasse caustique. Le 11 Juin, diminution du CAzH. Le 25 Juin il ne restait plus qu'une feuille; celle-ci ne contenait plus du tout de CAzH, seulement elle commençait à prendre une teinte un peu jaunâtre.

Le 13 Juillet 1893 mise d'une plante dans l'appareil. Le 30 Juillet le pied n'avait plus qu'une feuille à mine tout à fait saine; celle-ci ne renfermait plus que des traces d'acide cyanhydrique.

Il est vrai — je suis le premier à le reconnaître — que ces expériences ne sont pas aussi achevées qu'on le désirerait, et encore sont-ce les meilleures de toutes celles que j'ai faites de ce genre.

Nonobstant il résulte deux choses de toutes les expériences ensemble consignées dans ce paragraphe:

primo, que la formation du CAzH dans les feuilles de *Pangium* ne dépend pas de l'influence directe de la lumière;

secundo, qu'il y a une certaine relation entre la production du CAzH et l'assimilation du carbone;

conclusions entièrement corroborées par plusieurs faits que nous allons faire connaître ci-dessous.

Or, il s'agit de savoir maintenant quelle est cette relation

entre la production de l'acide cyanhydrique dans la feuille et l'assimilation du carbone.

Cette production dépend-elle du phénomène même de l'assimilation du carbone?

Ou bien ne dépend-elle que de la présence dans la feuille, des matériaux de réserve qui prennent naissance à la suite de cette assimilation: des hydrates de carbone?

En d'autres termes: la relation entre les deux phénomènes est-elle directe ou indirecte? Les observations et les expériences dont nous allons nous occuper ne laisseront pas les moindres doutes sur le choix à faire dans ce dilemme.

Le 30 Août 1891, j'ai enveloppé des lobes de plusieurs feuilles dans de l'étain en feuille, de façon à maintenir les parties enveloppées à l'obscurité. Quinze jours plus tard — c'est-à-dire après un temps égal à celui qu'il faut aux feuilles de plantes mises à l'obscurité, pour ne plus présenter du CAzH — ces parties contenaient encore tout autant de CAzH que les lobes non enveloppés des mêmes feuilles; à une seule exception près, dont je n'ai pas noté la raison probable.

Le 31 Juillet 1892, j'ai enveloppé d'étain soit le lobe du milieu, soit un des lobes latéraux de 12 feuilles. Le 15 Août, examiné deux feuilles: les lobes enveloppés ne renfernent pas moins de CAzH que les autres. Le 28 Août; examen d'une troisième feuille dans laquelle l'obscurité n'avait pas non plus influé sur la quantité de CAzH dans le lobe enveloppé. Le 29 Août j'ai examiné les sept feuilles qui restaient (deux des douze feuilles avaient perdu leur étain). Dans la plupart de ces feuilles il semblait que les lobes enveloppés contenaient un peu moins de CAzH que les autres lobes; dans un cas c'était le contraire qui avait eu lieu: le lobe enveloppé contenait, à ce qu'il me semblait, un peu plus de CAzH.

A tout prendre, l'obscursissement d'un des lobes de ces feuilles, n'a eu sur eux *pas* d'effet notable, quant au point qui nous occupe; et cela malgré que l'expérience a duré pour les

huit dernières feuilles, deux fois plus longtemps que le temps moyen dont les feuilles ont besoin pour perdre leur acide cyanhydrique lorsque les plantes en entier sont placées à l'obscurité.

Le 20 Février je mis dans la chambre obscure un grand nombre de jeunes plantules contenant encore une partie considérable de la réserve nutritive emmagasinée auparavant dans la graine. Chaque plantule ne portait encore que les deux ou trois premières feuilles bien développées. Le 26 Mars — ainsi après 26 jours — plusieurs feuilles renfermaient encore beaucoup de CAzH. Le 14 Mai toutes les feuilles étaient tombées, à l'exception d'une seule qui, par conséquent, avait séjourné presque trois mois à l'obscurité! Cette feuille toute verte présentait encore une forte réaction de bleu de Prusse!

A la rigueur on peut dire de ces expériences qu'elles prouvent seulement que dans certains cas, l'obscurcissement ne cause pas une disparition du CAzH déjà formé, mais qu'il n'en résulte pas que le principe puisse prendre naissance à l'obscurité.

Les observations suivantes répondent à cette objection.

Dans le courant de mes recherches j'ai souvent eu occasion de voir se développer, chez des plantes maintenues longtemps à l'obscurité, de longs entre-noeuds étiolés avec de petites feuilles. Dans ces entre-noeuds on trouve du CAzH, aussi dans les cellules spéciales; et dans les jeunes feuilles on rencontre beaucoup de CAzH, non seulement dans le liber — ce qui ne prouverait rien du tout — mais aussi dans les cellules basilaires des poils et dans les cellules à oxalate de chaux de l'épiderme. Or, il est absolument incompatible avec tous les résultats obtenus dans mon travail, d'admettre que l'acide cyanhydrique soit amené vers ces éléments épidermiques (et vers les cellules spéciales) au lieu d'envisager ces trois sortes d'éléments comme laboratoires spéciaux pour la formation du principe.

Dans d'autres cas j'ai vu se développer à l'obscurité d'assez grandes feuilles complètement étiolées; celles-ci peuvent, dans

des conditions propices, renfermer autant ou presque autant de CAzH que les feuilles vertes. Ainsi, le lobe représenté dans la figure 5 de la Planche 10 appartenait à une feuille qui s'était développée à l'obscurité. Malgré cela, comme on voit, elle ne contient pas moins d'acide cyanhydrique qu'une feuille normale.

Je suis d'avis que l'explication la plus naturelle de l'ensemble des résultats consignés dans cette seconde partie du présent paragraphe est celle que voici:

la présence d'hydrates de carbone est condition sine qua non pour la formation de l'acide cyanhydrique dans le Pangium edule [1]).

Est-il possible de savoir quelque chose sur la nature de l'hydrate de carbone aux dépens duquel se forme le CAzH du *Pangium*?

Jusqu'à un certain point on peut répondre à cette question qui se présente tout d'abord à l'esprit.

A part les gaines amylifères des grosses nervures, il ne se dépose normalement *pas* d'amidon dans les feuilles de *Pangium*; en revanche, elles contiennent, ainsi que les autres organes de l'arbre, en quantité, une substance réductrice, déjà signalée par M. Greshoff, qui l'a considérée „probablement comme un sucre" [2]).

Mon ami M. Kramers a eu l'obligeance d'examiner pour moi cette question de plus près, spécialement pour les feuilles, et de me donner les détails suivants:

„Les feuilles (de *Pangium*) sont traitées par l'alcool, dans un appareil d'extraction Soxhlet. La solution alcoolique est concentrée au bain-marie, filtrée et additionnée d'oxyde de plomb jusqu'à neutralisation. On évapore ensuite le liquide au bain-marie avec du noir animal pulvérisé; le résidu est repris par l'alcool de 92."

---

1) Je fais la réserve expresse, à laquelle je reviendrai d'ailleurs, que je ne m'occupe pas, dans ce travail — et à dessein — des transformations chimiques de substances emmagasinées dans les graines, lorsque celles-ci germent. C'est là un tout autre ordre de phénomènes physiologiques et bien différent de la marche progressive de la synthèse dont les feuilles sont le théâtre.

2) Greshoff: Eerste versl. v. h. onderz. n. de plantenstoffen van Nederl. Indië, loc cit. p. 111.

„Après avoir chassé l'alcool par distillation, on obtient un sirop réduisant la liqueur de Fehling et qui, chauffé avec de la phénylhydrazine en présence d'un excès d'acide acétique, donne des aiguilles microscopiques de phenylglucosazone. Par conséquent le syrop contient un sucre réducteur, probablement du dextrose ou du lévulose".

Ainsi il se trouve être très probable, en effet, que la substance à laquelle est due la réduction dans les organes du *Pangium* n'est autre, généralement, que du glucose ou un sucre analogue.

Partout où il se forme du CAzH dans le *Pangium*, on constate, dans les mêmes tissus, la présence de la substance réductrice. Aussi dans les tiges étiolées chez lesquelles il y a production de CAzH, on constate une notable réduction dans la moelle et dans l'écorce.

Mais il y a plus. J'ai été à même de faire une observation sur laquelle j'appelle l'attention du lecteur.

Dans les cellules à oxalate de chaux de l'épiderme des feuilles et dans les cellules basilaires des poils, on rencontre une forte quantité de substance réductrice! Ainsi, les éléments épidermiques que nous considérons comme fabriques de CAzH, offrent en même temps une notable localisation d'une substance qui est, très probablement, un sucre réducteur.

Ceci étant, l'hypothèse est permise: *que c'est ce sucre réducteur qui constitue le composé non-azoté nécessaire à la formation de l'acide cyanhydrique dans les feuilles du Pangium.*

J'ai essayé de faire réapparaitre la production de CAzH dans des feuilles où le principe avait disparu à l'obscurité, à l'aide de solutions de sucre. A cet effet je fis un grand nombre d'expériences dans la chambre noire. Je fis flotter les feuilles sur les solutions de sucre, je plaçai les pétioles dans les solutions, j'arrosai les feuilles sur la plante avec des solutions sucrées à l'aide d'un pulvérisateur, je changeai la concentration de mes solutions, je me servis de différents sucres. Rien ne fit; le résultat fut négatif. J'attribue cela à ce que les feuilles sur lesquelles je devais expérimenter, avaient du passer avant, au

moins une dizaine de jours, à l'obscurité, ce qui doit beaucoup diminuer l'activité de leur manifestations vitales. Ensuite, l'autre composé qu'il faut pour que le CAzH puisse prendre naissance, faisait probablement défaut; et c'est là je pense la cause principale du résultat négatif.

En vue de cette probabilité j'ai fait d'autres expériences encore, mais dans lesquelles je n'ai pas non plus pu obtenir des résultats; suivant moi, parce que je n'ai pas su réaliser les conditions, bien difficiles à imiter, dans lesquelles les substances azotées dont je me suis servi, peuvent être assimilées par la plante.

Dans une autre série d'expériences, enfin, j'arrosai de solutions de sucre les racines de plantes dont les feuilles se trouvaient, soit à l'obscurité, soit dans une atmosphère confinée dépourvue d'acide carbonique.

Parfois j'ai constaté alors la réapparition de la réaction du bleu de Prusse. Seulement, j'ai appris à connaître plus tard d'autres circonstances qui ont pu entrer en jeu pour provoquer ce résultat. Si, par conséquent, je n'ose pas insister sur ces résultats quasi-positifs je crois pourtant à la possibilité de les confirmer par de nouvelles expériences, que je ne suis pas à même d'entreprendre maintenant.

3.

L'azote de l'acide cyanhydrique formé dans les feuilles (et dans les cellules spéciales) du *Pangium*, d'où vient-il?

Etant de ceux qui n'admettent pas l'assimilation de l'azote libre [1]), il n'est question ici, bien entendu, que de l'origine

---

1) Je ne parle pas des plantes inférieures et j'excepte, naturellement, les cas connus des Papilionacées et peut-être quelques autres plantes présentant une symbiose analogue. Envers les idées de M. Frank sur l'assimilation de l'azote libre, je partage entièrement l'opinion exprimée dans l'excellent traité récent des botanistes de Bonn (Lehrb. d. Botanik f. Hochschulen, Jena 1894 p. 144) et celle de M. Marshall Ward (Recent investig. and ideas on the fixation of nitrogen by Plants; Nature, March 29, 1894, p. 512). Un récent travail de M. Lotsy n'est pas non plus venu confirmer les idées de M. Frank (U. S. Dep. of Agric.; office of experiment Stations, Bulletin N. 18, Washington, 1894).

directe de cet azote, parce que, en dernier lieu, tout l'azote de la plante est fourni par le sol.

L'azote du CAzH peut tirer son origine tout droit des substances azotées dissoutes dans l'eau absorbée par les racines.

Mais, il se pourrait aussi que le CAzH fut un produit nécessaire du chimisme de la feuille vivante, prenant naissance par la décomposition d'un composé organique plus complexe. Ni le fait que ce produit est utilisé plus tard de nouveau comme substance plastique, ni les relations entre son apparition et la présence de hydrates de carbone ne seraient en opposition formelle avec cette dernière manière de voir.

Les expériences et les observations suivantes peuvent nous aider à decider dans cette alternative.

a. Si l'on place de *jeunes* feuilles coupées, les pétioles mis dans l'eau, dans un endroit bien éclairé, tout en ayant soin d'éviter une trop forte transpiration, les limbes restent vivants, mais après un certain temps ils ont perdu, malgré cela, leur acide cyanhydrique.

J'ai fait cette expérience avec des centaines de jeunes feuilles et toujours le résultat fut le même. Au début il arrive parfois que le CAzH augmente, ce qui est dû, sans doute, à ce que le transport vers la tige n'est plus possible. Mais bientôt la diminution commence. Le temps qu'il faut au CAzH pour disparaître des limbes dépend de l'énergie de la croissance (et en général de l'énergie vitale) des feuilles coupées. Lorsqu'on prend les jeunes feuilles de plantes cultivées dans des pots, à croissance très lente, les limbes continuent bien à croître après qu'on a placé les feuilles coupées dans l'eau, mais fort lentement. Aussi faut-il entre deux et trois semaines avant que le CAzH ait disparu des limbes. Lorsque, au contraire, les jeunes feuilles proviennent de pieds vigoureux, se trouvant en pleine terre, alors elles conservent encore une vie active après être coupées, se manifestant aussi dans l'accroissement des limbes. Chez ces feuilles-ci le CAzH disparait en 6 à 8 jours!

Dans ces expériences les limbes, bien que restés vivants et

exposés à la lumière, ne contiennent plus d'acide cyanhydrique!

Elles nous apprennent, en outre, que les feuilles utilisent elles-mêmes le CAzH qu'elles ont fabriquées; phénomène tout-à-fait d'accord avec le rôle de substance plastique du principe, et que, du reste, nous avons déjà appris à connaître pour d'autres cas. Ce cas-ci me semble particulièrement instructif parce qu'il démontre que plus les manifestations vitales de la jeune feuilles sont énergiques plus le temps est court qu'il faut à l'acide cyanhydrique pour disparaître. La diminution de hydrates de carbone peut être pour quelque chose dans cette disparition, elle n'en est pas la cause déterminante.

b. Sur de *jeunes* feuilles, laissées à la plante, on coupe à la base d'un des lobes toutes les nervures de quelque importance. Par cette opération le lobe n'est plus en contact avec les autres parties du limbe que par le parenchyme et par quelques minces nervures. On place ensuite tout le sommet de la plante sous une cloche, pour que la feuille opérée se trouve dans une atmosphère aussi humide que possible. Tantôt il arrive qu'on a coupé trop de nervures et que le lobe opéré meurt; tantôt on n'en a pas coupé assez et il se développe presque comme à l'état normal. D'autres fois le résultat de l'expérience est plus satisfaisant. Le lobe opéré reste en vie et il continue à croître, quoique beaucoup moins que les autres lobes (voy. fig. 3 Pl. 9). Dans ces cas on constate finalement que le lobe chez lequel les nervures ont été coupées, ne contient plus ou presque plus de CAzH et, en tout cas, beaucoup moins que les lobes voisins, ce que démontre très bien la figure que nous venons de citer.

Dans le cas représenté dans cette figure, j'ai constaté que les gaines amylifères des nervures contenaient *plus* d'amidon dans le lobe opéré que dans les lobes normaux.

c. Dans les deux dernières séries d'expériences nous avions affaire à de jeunes feuilles traitées de façon à amener des conditions anormales. Nous allons maintenant citer des observa-

tions faites sur la plante normale, à laquelle on n'a rien changé ni opéré.

Sur de jeunes pieds — les miens étaient âgés de 1 à 2 ans — à croissance vigoureuse, on constate très souvent que la feuille la plus inférieure, quoiqu'ayant encore sa couleur verte et étant bien exposée au soleil, ne contient presque plus, et souvent plus du tout, de CAzH.

En général la quantité de CAzH diminue dans les feuilles avec l'âge; lorsqu'elles jaunissent et se laissent tomber elles n'en contiennent plus. Aussi pourrait-on croire — je l'ai cru d'abord moi-même — que l'absence d'acide cyanhydrique dans ces feuilles les plus inférieures, bien qu'elles soient encore vertes, n'est autre chose qu'un commencement d'arrêt de fonctions vitales, signe précurseur de la mort prochaine de la feuille. Il n'en est rien cependant; on verra plus loin qu'il est possible de faire réapparaître le CAzH dans ces feuilles. De même il sera prouvé que le phénomène ne s'explique aucunement par l'absence d'hydrates de carbone et qu'on peut facilement trouver de ces feuilles, sans trace de CAzH, *toutes remplies de hydrates de carbone!*

Ainsi, nous sommes en présence ici de feuilles normales, bien éclairées, pourvues d'une réserve plus que suffisante de hydrates de carbone et nonobstant sans acide cyanhydrique!

Il résulte de ces trois séries d'expériences et d'observations que l'acide cyanhydrique du *Pangium* n'est nullement un produit nécessaire du jeu des forces chimiques dans la feuille. Chez la série *a* nous avons même vu que la disparition du CAzH se fait plus vite à mesure que l'énergie vitale est plus grande.

La production du CAzH se trouve être une fonction spéciale, indépendante, jusqu'à un certain point, des manifestations générales de la vie de la feuille.

Les expériences des séries *a* et *b* font penser à la nécessité du concours direct de substances azotées provenant du sol. En effet, les feuilles coupées étaient placées soit dans l'eau distillée, soit dans l'eau de pluie contenant très peu de sels; et,

d'autre part, les pétioles perdent dans ces expériences, beaucoup de leurs propriété conductrices.

Dans la série *b*, il est clair que l'apport d'eau tenant en dissolution des sels puisés dans le sol, est réduit au minimum; but dans lequel ces expériences avaient été entreprises.

Quant aux observations *c*, on verra plus bas qu'elles plaident le plus encore en faveur de la nécessité de l'action immédiate de substances azotées venant du sol.

Avant de continuer, il faut se faire une idée, s'il y a moyen, sur la nature des substances azotées puisées par les racines du *Pangium* dans le sol.

Sont-ce des nitrates ou bien des sels ammoniacaux?

Pour plusieurs *arbres* de l'Europe, M. Molisch (et ausi M. Monteverde) a trouvé: que leurs branches ne contiennent pas du tout ou très peu de nitrates, contrairement à ce qui se passe dans la grande majorité des plantes herbacées. M. Molisch incline à admettre, comme explication de cette différence, que les arbres prennent leur azote du sol sous forme de composés ammoniacaux [1]).

Avec le sulphate de diphénylamine on ne reconnait dans le *Pangium edule* pas non plus des nitrates dans les feuilles, les pétioles et dans la tige.

Néanmoins, j'avais lieu de penser, comme on verra, que les feuilles du *Pangium* décomposent des nitrates [2]).

Dans quelques cas j'avais trouvé des nitrates dans le parenchyme cortical même des épaisses racines; la réaction fut faible mais cependant bien visible. Cela m'engagea à examiner la chose de plus près; et voici ce que je trouvai.

Lorsque, dans une plantation de jeunes *Pangium*, il y en a qui portent très *peu* de feuilles, soit qu'ils aient servi aupara-

---

1) H. Molisch: Ueb. den microchem. Nachweis von Nitraten etc., Ber. d. D. bot. Ges. Bd. 1, 1883 p. 154; et: Ueb. einige Bezieh. zw. anorg. Stickstoffsalzen und der Pflanze, Sitz. ber. d. Math. Naturw. Cl. d. K. Akad. d. Wiss. Wien, 1887 p. 225.

2) M. Molisch a démontré (Sitzber. p. 242) que la plante n'est pas à même de *former* des nitrates, contrairement à ce que pensaient MM. Berthelot et André; de sorte que tous les nitrates qu'on y rencontre doivent venir du sol.

vant pour des expériences, soit à la suite d'une cause fortuite quelconque, *c'est dans ces pieds qu'on reconnait facilement des nitrates dans les racines!* Une fois ce fait observé, je l'ai constaté chez plusiers pieds en pleine terre. Ce sont les plantes cultivées dans des pots qui ont confirmé ces observations de façon à ne plus laisser de doutes.

Je choisis parmi mes *Pangium* dans des pots, les cinq spécimens qui portaient le plus de feuilles, et, d'autre part, les cinq spécimens qui en portaient le moins (une ou deux). Les racines (et parfois aussi la partie inférieure de l'axe hypocotylé) de ces cinq derniers pieds donnaient avec le sulphate de diphénylamine une forte réaction dans le parenchyme cortical de l'écorce. Des cinq autres pieds, trois ne donnaient aucune réaction de nitrates dans les racines, tandis que les racines des deux autres n'en présentaient que des traces.

Enfin, dans un de mes jeunes *Pangium* étiolés dans la chambre noire, et que j'examinai à ce sujet, je rencontrai une très forte réaction avec du sulphate de diphénylamine dans la racine, une réaction moins prononcée dans l'axe hypocotylé et presque plus rien dans la partie épicotylée de la tige.

Ces observations, dans lesquelles j'ai toujours examiné la racine principale tout près de la tige, prouvent: d'abord que le *Pangium edule* puise des nitrates dans le sol; et, en second lieu, que ces nitrates sont emmagasinés, ou en tout cas accumulés, dans l'écorce de la racine lorsque la plante ne porte que très peu de feuilles par rapport au développement du système radical et de la tige.

Cela parait être un argument en faveur de la thèse: que le *Pangium* emploie et décompose des nitrates, notamment dans les feuilles, mais que, normalement, il n'y a jamais d'accumulation de ces sels, pas même dans les racines; il semble que les solutions extrêmement diluées absorbées par les racines, sont conduites tout-de-suite vers les feuilles où elles sont immédiatement décomposées dans l'intérêt de l'alimentation de la plante.

Pour des plantes herbacées qui contiennent beaucoup de ni-

trates, M. Molisch a déjà signalé une notable diminution de la réaction à mesure qu'on s'éloigne du sol et qu'on approche du sommet de la tige [1]). M. Emmerling était arrivé à un résultat analogue, à la suite duquel il admit, il y a de cela quinze ans déjà, que les feuilles sont les organes où la transformation de l'acide nitrique pris dans le sol a lieu [2]).

M. Frank, qui ne partage pas cet avis [3]) cite des exemples, toutefois, et entre autres d'arbres, chez lesquels les racines seules contiennent des quantités reconnaissables de nitrates [4]).

Je crois que l'on peut se représenter l'absence de quantités reconnaissables de nitrates dans les feuilles, et en général dans les organes aériens du *Pangium* à l'aide d'un exemple dont M. Molisch s'est déjà servi dans un autre but [5]); je veux parler, de l'accumulation de l'ïode dans plusieurs algues marines. Bien que le ïode ne se trouve dans l'eau de mer qu'à 1 pour un million, ces algues en accumulent une telle quantité qu'elles servent, comme on sait, à la fabrication de l'ïode. Maintenant, si au lieu d'être accumulé, le ïode fut incorporé par ces algues dans d'autres substances — de façon à *ne plus* être reconnaissable — au fur et à mesure qu'il arrive, il n'y aurait pas de moyens *directs* pour se faire une idée, à un moment donné, de la quantité de ïode consommée par ces algues.

Ce que nous supposons dans cet exemple pour l'ïode est réalisé, à mon avis, pour l'acide nitrique dans le *Pangium edule*, et probablement dans beaucoup d'autres arbres. Peut-être cet exemple servira-t-il à mieux faire saisir l'interprétation.

Si cette manière de voir est juste, les *Pangium* doivent avoir une aversion contre l'accumulation de nitrates dans leurs organes aériens, et le mécanisme du transport et de l'utilisation des nitrates doit être chez eux fort subtil et délicat.

---

1) Molisch: Ber. d. D. bot. Ges., 1 p. 154.

2) Emmerling: Die Eiweissbild. in der Pflanze, Landw. Vers. Stat., Bd. 24, 1880 p. 137.

3) Voy. la critique des idées de M. Frank dans, Schimper: Zur Frage der Assimilation der Mineralsalze d. die grüne Pflanze, Flora. 1890, p. 218.

4) Frank: Unters. üb. d. Ernähr. d. Pflanze durch Stickstoff, Landw. Jahrb. 17 p. 462.

5) Molisch: Sitzber. Wien, loc. cit. p. 239.

Ces deux prévisions ne se sont que trop réalisées, ce qui m'a beaucoup gêné dans une partie de mes recherches.

Si l'on arrose les racines des *Pangium* avec des solutions de nitrates on ne réussit pas à retrouver ceux-ci dans les feuilles et dans les tiges. Ainsi j'ai arrosé des pieds en pleine terre avec des solutions de 1 pour 5000 et de 1 pour 1000, sans constater après la moindre réaction dans les feuilles. L'expérience suivante est plus concluante encore.

Je plaçai deux *Pangium* cultivés dans des pots, dans ma chambre, dans un endroit bien éclairé mais à l'abri des rayons directs du soleil. Pendant quarante jours j'arrosai, presque journellement, la terre de ces pots avec une solution de 0,25 pour 100 de nitrate de chaux. Les plantes n'en souffrirent pas du tout; au contraire, une d'elles prit même un développement extraordinaire pour un pied cultivé dans un pot; elle produisit plusieurs jeunes feuilles. Malgré cela, après ces quarante jours, je n'ai *pas* pu constater de réaction avec du sulphate de diphénylamine dans les feuilles, les pétioles et dans la tige, mais seulement dans la racine.

On peut forcer, toutefois, les *Pangium* à accumuler des nitrates dans leurs parties aëriennes. C'est ce que j'ai fait en mettant, par un temps exceptionnellement sec et venteux, en plein soleil, des *Pangium* cultivés dans des pots; j'arrosai la terre des pots avec des solutions de nitrates de 1 et de 2 pour 100. Dans de pareilles conditions, qu'on pourrait qualifier de barbares, on réussit à obtenir une accumulation de nitrates jusque dans les feuilles. Je plaçai ensuite les plantes dans ma chambre en les arrosant d'eau de pluie. Pendant assez longtemps on ne voyait aucun signe d'empoisonnement; les plantes continuèrent même à croître. Toutefois, trois mois après le commencement de l'expérience, toutes les feuilles étaient successivement tombées, après avoir pris auparavant des taches noires.

Partant de l'hypothèse que l'azote entrant dans la composi-

tion du CAzH provient *directement* de l'acide nitrique, je fis de nombreuses expériences dans le double but: de faire réapparaître le principe dans les organes qui n'en contenaient plus, et d'empêcher sa disparition, d'autre part. A une seule *mais très importante* exception près, ces essais n'eurent pas l'effet voulu.

Les feuilles des expériences de la série *a*, ayant perdu leur CAzH, furent mises avec leurs pétioles dans des solutions de nitrates (de chaux et de potasse), ou bien je fis flotter des fragments de limbes sur les solutions. Ces expériences furent très souvent répétées et variées sous tous les rapports. Le résultat fut presque toujours franchement négatif. Parmi les rares exceptions il y en eut qui paraissaient non dépourvues d'importance; seulement, n'ayant pu obtenir la même chose en répétant les expériences dans des conditions qui me paraissent être les mêmes, je n'ose pas m'y fier. Je n'ai pas été plus heureux en mettant de jeunes feuilles coupées tout-de-suite dans des solutions de nitrates; généralement cela leur fit plus de mal que de bien; et si je prenais des solutions extrêmement faibles je ne vis aucun effet.

La forte quantité de matériaux de réserve emmagasinée dans les grosses graines, rendait la méthode des „cultures dans l'eau" presque impraticable; avec cela la chance d'être induit dans ce cas-ci par elle dans de graves erreurs (voir la recommandation qui termine ce travail) était si grande que je n'ai pas osé l'appliquer. Mais ce que j'ai fait, c'est d'ouvrir les graines qui commençaient seulement à germer, d'en retirer les toutes jeunes plantules — ou plutôt les embryons —, en abandonnant la réserve nutritive de l'endosperme, et d'appliquer à celles-ci la méthode des cultures dans l'eau. Les conditions créées ainsi furent évidemment par trop anormales, et toutes ces malingres plantules périrent.

Des pieds cultivés dans un sol contenant fort peu d'azote, avaient décidément beaucoup moins de CAzH dans les feuilles que les plantes cultivées dans les conditions normales. Mais aussi dans cette direction je n'ai pas pu arriver à des résultats concluants; toutes sortes de difficultés se présentèrent. En-

fin, j'ai fait des cultures avec feuilles marcottées, ayant développé des racines aux pétioles; dans les cultures dans l'eau et dans du verre broyé (il est impossible d'avoir du sable ici) toutes ces feuilles sont mortes.

En dernier lieu, je n'ai pas été plus heureux en essayant à forcer, *à l'aide de solutions* [1]), les feuilles inférieures de la série *c* à se remettre à fabriquer du CAzH. J'immergeai les sommets des feuilles dans les solutions. Celles-ci furent variées de toutes les manières; je me servis aussi de solutions nutritives complètes (et de solutions ammoniacales, comme contrôle) en variant beaucoup les concentrations. Parfois j'ai cru constater un résultat quelque peu positif, mais trop peu prononcé pour oser s'y fier.

Somme toute, l'ensemble de ces expériences ne m'a pas fourni de données positives.

J'attribue ce résultat négatif à deux raisons. En premier lieu, à ce que souvent je ne connaissais pas encore, au moment de faire une série d'expériences, les conditions les plus favorables; s'il m'était possible de les refaire toutes maintenant, il ne me semble pas improbable que j'aurais à enrégistrer au moins quelques résultats positifs. Mais en second lieu, la cause en est surtout à ce que le mécanisme du transport et de l'utilisation des nitrates chez le *Pangium*, doit être, comme nous venons de le faire remarquer, fort subtil et délicat.

Ceci fera l'effet de n'être qu'un argument pour le besoin de la cause. Il n'en est pas ainsi cependant; ma conviction repose, entre autres, sur les résultats *favorables* obtenus dans une autre série d'expériences. Je désignerai celles-ci sous le nom d'expériences: *de l'ablation des feuilles*. Nous allons entrer à leur sujet en quelques détails, parce qu'elles sont, à mon avis, de grande importance.

Nous avons dit plus haut (p. 49) que sur de jeunes pieds,

---

1) Je sousligne ces mots parce qu'on peut obtenir des résultats *positifs* d'une autre manière; ce qu'on ne tardera pas à voir.

âgés de 1 à 2 ans, à croissance vigoureuse, je trouvai souvent la feuille inférieure (parfois les deux feuilles inférieures) entièrement ou presque entièrement sans CAzH. J'ai à revenir ici à cette observation, parce que c'est elle qui est devenue le point de départ des expériences dont nous avons à nous occuper maintenant.

Je connaissais depuis assez longtemps l'absence totale ou presque totale de CAzH dans les feuilles inférieures de mes jeunes pieds, sans penser à autre chose qu'à un signe précurseur de la mort très prochaine de ces feuilles. Ayant observé cependant, en y regardant de plus près, que les feuilles en question restent parfois longtemps à la plante avant de jaunir et de tomber, il fallait qu'il y eut une autre raison pour l'absence du CAzH.

Ceci posé, j'avais le choix entre les deux interprétations suivantes.

Ou la production de CAzH dans ces feuilles continue en réalité, mais le principe est immédiatement transporté vers la tige, de sorte qu'il n'y a pas de réserve assez grande dans la feuille pour qu'on puisse la reconnaître.

Ou bien la production du CAzH a cessé, à part de petites quantités peut-être que la feuille emploie de suite elle-même. Dans ce cas il y aurait un véritable arrêt de la fontion spéciale de former de l'acide cyanhydrique.

Disons tout-de-suite que la première de ces deux interprétations ne peut pas être la vraie, ce que les expériences vont démontrer.

Ainsi, c'était à la seconde qu'il fallait se tenir.

Comment se fait-il que ces feuilles inférieures ne puissent plus fabriquer de l'acide cyanhydrique?

Suivant mon hypothèse sur l'origine du CAzH dans le *Pangium* on pouvait se représenter la chose ainsi. Nous savons, notamment par les recherches de M. Dehérain [1]) et de M. von Höhnel [2]), que les feuilles les plus âgées évaporent beaucoup

---

1) Dehérain: Sur l'évaporation de l'eau etc. par les feuilles des végétaux, Ann. Sc. Nat. 5ième série, Bot. T. XII, 1869; voy. notamment les pages: 10, 11 et 23.

2) Von Höhnel, dans: Wollny. Forsch. a. d. Geb. d. Agric, Physik. 1878.

moins d'eau que les jeunes feuilles. Ensuite, nous avons affaire ici à de jeunes arbres à forte croissance, munis d'un nombre considérable de grandes feuilles. Enfin, les observations nous ont appris qu'il n'y a normalement pas d'emmagasinement de nitrates dans les *Pangium*. Ceci ensemble nous conduit à l'hypothèse suivante: la concurrence des autres feuilles, surtout de celles d'en haut, fait que les feuilles inférieures n'obtiennent plus du sol l'azote nécessaire à la formation de CAzH.

Si cette hypothèse est juste alors nous avons la chance de mettre les feuilles inférieures de nouveau en état de produire du CAzH, en appliquant un moyen bien simple savoir, *l'ablation de toutes les autres feuilles*. La concurrence de celles-ci écartée, il se peut qu'il entre alors de nouveau assez d'azote, provenant du sol, dans la feuille inférieure pour qu'elle puisse recommencer à fabriquer du CAzH.

Or, dans un grand nombre de cas, j'ai constaté que l'ablation des feuilles amène, en effet, ce résultat prédit par l'hypothèse!

Avant de donner quelques détails sur ces expériences, je ferai remarquer que l'intéressant résultat fourni par elles démontre, en premier lieu, que l'absence du CAzH dans les feuilles inférieures ne peut *pas* être dû au transport trop rapide du principe vers la tige; puisque si l'on enlève toutes les autres feuilles ce transport, s'il existe, ne pourrait être qu'accéléré et non diminué.

Je fais suivre ici les détails de deux groupes de ces expériences:

A. 18 Janvier 1894,

Pied a; fait l'ablation de 15 feuilles; laissé les deux feuilles inférieures, l'une vide [1]), l'autre contenant encore des traces de CAzH.

Pied b; enlevé 18 feuilles; l'inférieure qui reste, vide (fig. 1*a* Pl. XI).

Pied c; coupé 18 feuilles; l'inférieure qui reste, ne renferme plus que des traces insignifiantes de CAzH.

---

1) »Vide", veut dire: sans acide cyanhydrique.

26 Janvier.

a; augmentation de CAzH mais peu sensible.

b et *c*; le CAzH commence distinctement à réapparaître (fig. 1*a* Pl. XI).

2 Février.

a; augmentation très distincte de CAzH.

b et *c*; beaucoup plus de CAzH que 6 jours auparavant (fig. 1*b* Pl. XI). J'ajouterai seulement que le 8 Mars la feuille du pied *c* fut de nouveau presque vide bien qu'encore verte; il s'était développé au sommet 5 feuilles, déjà assez grandes.

B. 30 Mars 1894.

Sur quatre pieds: *a*, *b*, *c* et *d*, je fis l'ablation de toutes les feuilles à l'exception de l'inférieure; les quatre feuilles inférieures ne contenaient plus que de très faibles traces de CAzH.

9 Avril.

a; presque pas d'augmentation de CAzH.

b; augmentation distincte de CAzH.

c; très forte augmentation de CAzH.

d; augmentation de CAzH.

18 Avril.

a; la feuille devenue jaune est tombée.

b, *c* et *d*; les feuilles renferment encore plus de CAzH que le 9 Avril; pour les feuilles des pieds *b* et *c* cette augmentation est remarquablement distincte.

29 Avril.

Le CAzH commence de nouveau à diminuer dans les feuilles.

Dans les expériences de ce genre, l'acide cyanhydrique commence généralement à réapparaître 8 à 10 jours après l'ablation des feuilles supérieures.

Le principe se montre le premier *le long des grosses nervures*; c'est là aussi que la réaction reste la plus manifeste (fig. 1*b* Pl. XI).

Parfois les feuilles se trouvent être trop âgées pour qu'on réussise à les forcer à aller reprendre la fabrication de CAzH (par exemple, dans la feuille du pied *a* de l'expérience du 30 Mars). Sur des pieds trop âgés (entre 2 et 3 ans) il paraît que l'expérience ne réussit pas, ou en tout cas pas facilement. Il faut toujours avoir soin de choisir pour les expériences des feuilles libres et bien éclairées, afin que le résultat ne puisse pas être attribué à des changements dans l'éclairage de la feuille. Si l'on opère avec un pied se trouvant au milieu de la plantation, à l'ombre des feuilles des pieds voisins, on n'obtient généralement aucun résultat (faute de réserve d'hydrates de carbone dans les feuilles inférieures).

Quelque intéressant que soit le résultat obtenu, il reste toujours une objection qu'on pourrait faire. Les sels amenés par la „sève ascendante" ne sont pas sans avoir de l'influence, directe ou indirecte, sur l'assimilation du carbone; par conséquent le résultat pourrait être attribué seulement, à la rigueur, à ce que les feuilles ne renfermaient plus d'hydrates de carbone au début de l'expérience; elles ne se seraient remises à former ceux-ci qu'après l'ablation des autres feuilles. Alors l'expérience ne serait qu'une confirmation de ce que nous savons déjà, c'est-à-dire que la présence d'hydrates de carbone est nécessaire à la formation de CAzH dans les feuilles.

Cette objection est entièrement levée par les résultats d'une autre série d'expériences.

Dans la série précédente, nous avions affaire à des plantes présentant une croissance énergique et munies d'un grand nombre de feuilles; nous avons vu comment dans ces conditions les feuilles d'en bas peuvent être obligées à cesser la fabrication de CAzH, à défaut d'azote venant du sol, suivant nous.

Ce qui est dû dans ce cas à la croissance vigoureuse et au grand nombre de feuilles, peut être obtenu d'une autre manière

encore, savoir: en détruisant une partie des conduits de la sève ascendante. C'est ce qu'on fait en pratiquant sur la tige des incisions annulaires profondes, dans lesquelles on enlève une partie considérable du bois.

Le premier effet de cette opération consiste en un ralentissement de la croissance terminale. Mais, l'annélation a une autre conséquence encore qui mérite tout particulièrement notre attention; c'est que les feuilles contiennent, contrairement à ce qu'on trouve chez la plante normale, beaucoup d'amidon. Or, quelque temps après que l'incision annulaire a été faite, on trouve fréquemment la feuille inférieure absolument dépourvue de CAzH — tout aussi bien que les feuilles inférieures des plantes à croissance rapide — *et nonobstant toute remplie d'amidon*. Par conséquent il est prouvé que l'absence de CAzH dans les feuilles inférienres n'est *pas* la suite d'un manque d'hydrates de carbone.

Les feuilles inférieures de ces pieds annélés peuvent être forcés aussi à reprendre la fabrication d'acide cyanhydrique, tout simplement, de nouveau, par l'ablation des autres feuilles. Comme pour la première série d'expériences d'ablation de feuilles, j'emprunte quelques détails à mes annotations:

C. Le 14 Novembre 1893 je pratiquai de profondes incisions annulaires sur quelques-uns de mes jeunes pieds de *Pangium*.

Le 18 Janvier 1894 la feuille inférieure d'un de ces pieds ne contenait plus de CAzH, à part quelques traces absolument insignifiantes (fig. 2*a* Pl. XI); j'enlevai toutes les autres feuilles (14).

Le 26 Janvier la feuille contient du CAzH, mais très peu.

Le 2 Février augmentation du CAzH.

Le 10 Février forte augmentation (fig. 2*b* Pl. XI).

Le 8 Mars la feuille contient encore beaucoup de CAzH, surtout le long des grosses nervures.

Dans la figure 2*c* j'ai représenté, en grandeur naturelle, le même fragment de la fig. 2*a*, après un traitement par l'ïode,

pour montrer la quantité d'amidon que renferme la feuille, malgré l'abscence de CAzH.

D. Le 11 Février 1894, je ne laissai à trois pieds profondément annelés, *a*, *b* et *c*, que la feuille inférieure. Sur les pieds *a* et *b* elle ne contenait plus du tout de CAzH et celle du pied *c* encore d'insignifiantes traces. La feuille du pied *b* se trouvait trop à l'ombre des feuilles des pieds voisins; aussi ne contient-elle de l'amidon que dans la plupart des nervures.

20 Février.

a; on remarque de très faibles traces de CAzH.

b; Sans CAzH; l'amidon a disparu des nervures.

c; le CAzH augmente.

25 Février.

a; le CAzH augmente.

b; sans CAzH.

c; le CAzH continue très distinctement à augmenter, surtout le long des grosses nervures.

1 Mars.

a; CAzH très distinct, surtout près des nervures.

b; sans CAzH.

c; beaucoup de CAzH.

6 Mars.

a et *c* comme le premier Mars, *b* toujours sans CAzH.

Le 25 Mars la feuille de *b* étant toujours sans CAzH, je l'exposai bien au soleil, en enlevant les feuilles trop voisines des autres pieds à l'entour. Quelques jours plus tard la réaction du bleu de Prusse fut appliquée avec succès. Evidemment le résultat auparavant négatif n'était dû, dans ce cas-ci, qu'à l'insuffisance de la réserve hydrocarbonée.

Ces résultats confirment entièrement ceux obtenus dans la série précédente; elles démontrent, en outre, sans laisser aucun doute, que l'absence de CAzH dans les feuilles inférieures bien vivantes encore ne tient *pas* à l'insuffisance de la réserve d'hydrates de carbone.

Le seule explication plausible, je crois, à donner des résultats fournis par ces deux séries d'expériences d'ablation des feuilles, est *que la présence de substances inorganiques amenées du sol par la sève ascendante, constitue la seconde condition de laquelle dépend la formation de CAzH dans les feuilles.* La nature de ces substances nécessaires ne nous est, naturellement, pas révélée par ces expériences. Je ne pense pas que l'hypothèse puisse être dite bien imprudente, si nous admettons que ces substances doivent, en tout cas être azotées et — vu les faits déjà connus, avec ceux que nous allons encore décrire — qu'elles ne sont autres que des nitrates.

L'effet obtenu par l'ablation des feuilles s'accorde avec une autre observation que j'ai pu faire. Il a été dit plus haut (p. 55 en bas) „dans d'autres cas j'ai vu se développer à l'obscurité d'assez grandes feuilles complètement étiolées, celles-ci peuvent dans des conditions propices renfermer autant de CAzH que les feuilles vertes". Quelles sont ces conditions propices? à part, bien entendu, la présence d'hydrates de carbone. Pas autre chose qu'une forte évaporation. Dans les conditions climatériques normales de Buitenzorg je n'ai trouvé, dans les assez grandes feuilles étiolées, pas plus de CAzH que dans les lobes représentés dans les figures 2, 3, 4 et 6 de la Planche X. En 1894 nous avions une sécheresse exceptionnelle pour Buitenzorg; plusieurs semaines sans pluie. C'est alors que je trouvai sous mes caisses noircies, d'abord des feuilles comme celles des figures 7—10 et 1*a* de la Planche X; ensuite d'autres comme celle dont un lobe est représenté dans la figure 5, contenant presque autant de CAzH qu'une feuille verte. Je ne vois pour ceci pas d'autre explication que celle que nous venons de donner pour les résultats des expériences de l'ablation des feuilles.

Il ne nous reste plus, en dernier lieu, qu'à revenir un instant encore à deux observations décrites déjà dans le paragraphe consacré à la localisation de l'acide cyanhydrique dans le *Pangium*. Nous avons appris à connaître là les cellules basilaires des poils, et les cellules à oxalate de chaux comme éléments épidermiques de la feuille dans lesquels le CAzH se trouve spécialement localisé et auxquels j'ai déjà assigné le rôle de laboratoires où il se forme.

Or, la présence constante de CAzH dans ces deux sortes d'éléments, et surtout dans les cellules cristalligènes, constitue un argument de plus en faveur de la thèse que l'acide cyanhydrique du *Pangium* est un produit de l'assimilation de l'azote entré dans la plante sous forme de nitrates. Cette conclusion est basée sur des renseignements que contient la littérature botanique des dernières années, surtout le remarquable travail publié par M. Schimper dans la „Botanische Zeitung" de 1888 [1]).

M. Schimper nous apprend que chez plusieurs feuilles l'épiderme manifeste une tendance prononcée à emmagasiner des nitrates. „Eine merkwürdige Rolle bei der Aufspeicherung der Salze im Blatte kommt den *Haaren* zu. Gewöhnliche nicht drüsige Haare dienen offenbar zur vorläufigen oder definitiven Beseitigung von Mineralsalzen". Par des expériences aussi, M. Schimper a démontré l'attraction exercée, entre autres sur les nitrates, par les poils des feuilles [2]).

M. Schimper a prouvé, pour plusieurs cas, de manière concluante, que son oxalate de chaux „secondaire", des feuilles, tire son origine directe de la décomposition de nitrates amenés par la sève ascendante. „Der Stickstoff des Kalknitrats wurde assimilirt, während der Kalk zum grösseren Theile an Oxalsäure gebunden dem Stoffwechsel entzogen wurde" [3])

1) A. F. W. Schimper: Ueb. Kalkoxalatbildung in den Laubblättern.

2) Loc. cit., p. 16 du tiré-à-part.

3) Je me borne ici à cette seule citation. Quiconque s'occupera plus spécialement de cette intéressante question, devra lire et relire le beau mémoire de M. Schimper. Sur quelques points les données obtenues pour le *Pangium*, ne rentrent pas dans les règles établies par M. Schimper. Dans le *Pangium edule* il faut bien admettre que les nitrates se décomposent aussi dans les cellules sans chlorophylle, et aussi bien à l'obscurité qu'à la lumière.

Dans les jeunes feuilles du *Crataegus oxyacantha* M. Wehmer n'a vu la formation d'oxalate de chaux que relativement tard, après qu'elles ont tout-à-fait quitté le bourgeon. „En même temps que l'apparition de l'oxalate, il y a un autre phénomène qui se montre: Les feuilles donnent dans ce stade avec le sulphate de diphénylamine une distincte réaction de nitrates" [1]).

Nous avons fait remarquer plus haut que les mâcles cristallins dans l'épiderme des feuilles de *Pangium* rentrent tant dans la catégorie de „l'oxalate secondaire" que dans celle de „l'oxalate primaire" de M. Schimper. Lorsqu'à l'obscurité il se forma de l'acide cyanhydrique dans d'assez grandes feuilles étiolées par un temps exceptionellement sec, je constatai aussi la présence de *jeunes* mâcles cristallins dans l'épiderme. Ceux-ci font défaut et le nombre de cellules cristallifères est beaucoup plus petit que chez la plante normale, lorsque de pareilles feuilles étiolées ne produisent pas de CAzH. Le manque d'évaporation suffisante, fait que dans ces cas la production d'oxalate de chaux s'arrête, et avec elle, en même temps, la formation d'acide cyanhydrique.

Sur la face inférieure des feuilles de *Pangium* nous avons vu apparaître les mâcles d'oxalate surtout le long des nervures [2]) et c'est là aussi que nous voyons réapparaître le CAzH dans nos expériences d'ablation des feuilles.

---

1) Wehmer: Das Calciumaxalat der oberirdischen Theilc von *Crataegus oxyacantha* L. im Herbst und Frühjahr, Ber. d. D. bot. Gesellsch. VII, 1889 p. 225.

2) Voy. aussi Wehmer: loc. cit. p. 227 où l'on trouve le passage suivant: »die *noch wachsenden* Blätter von *Crataegus* zeigen jedoch, dass in einem gewissen Entwickelungsstadium Nitrat an diesem Ort (dans le mésophylle) vorkommt und mit seinem Erscheinen die Neubildung von oxalsaurem Kalk beginnt. Die Abscheidung dieses Salzes geht im erwachsenen Blatte bei vielen Pflanzen fast nur noch im Verlauf der Gefässbündel vor sich und Nitrate scheinen allgemein auch hier nur noch nachweisbar". J'ai sousligné dans cette citation les mots »noch wachsenden", parce qu'il parait en ressortir que dans le *Crataegus* aussi, l'oxalate de chaux participe des propriétés de »l'oxalate primaire" et de »l'oxalate secondaire" à la fois.

Je ne puis me défendre de citer encore la remarque suivante de M. Wehmer que l'on trouve dans le même travail (loc. cit. p. 232). »Weiter scheint aber das Fehlen jener Säure (de l'acide oxalique) in jungen Blättern von *Crataegus* wie bei *Lathrea* an zu deuten, dass die Säurebildung nicht under beliebigen Bedingungen in lebensthätigen Zellen verläuft, sondern in einer gewissen Beziehung, zunächst zur Gegenwart besonders salpetersaurer Salze steht".

Le lecteur conviendra, sans doute, qu'il y a mainte raison pour considérer, comme je fais, les deux éléments épidermiques des feuilles dont il est question, non seulement comme cellules où l'acide cyanhydrique est mis en réserve mais comme de véritables usines où le principe est formé. Et cela, malgré qu'on ne puisse pas y reconnaître les nitrates qui doivent y être décomposés.

Je me permettrai, pour finir, d'emprunter au travail de M. Emmerling cité plus haut, une dernière citation:

„Die ersten Veränderungen der salpetersauren Salze in den Blättern bestehen wahrscheinlich in deren Zerlegung durch die Pflanzensäuren. Es entsteht dabei freie Salpetersäure, während der Kalk sich mit der betr. Pflanzensäure vereinigt".

„Die freie Salpetersäure ist sehr veränderlich und dürfte durch ihre weitere Umwandlungen, und Einwirking auf stickstofffreie organische Substanzen zu der Entstehung gewisser Stickstoffverbindungen Veranlassung geben. Hier befindet sich jedoch eine grosse Lücke in unserem Wissen. Wir kennen weder die Reactionen, welche nun stattfinden, noch die Producte welche dabei entstehen" [1]).

Je ne crois pas me départir de la prudence nécessaire en pareille matière, en admettant, en somme, comme la plus simple et la plus naturelle, l'explication suivante des principales observations consignées dans ce travail:

dans le *Pangium edule* l'acide cyanhydrique est le premier produit *reconnaissable* de l'assimilation de l'azote.

b.

Considérations théoriques.

En émettant l'hypothèse que l'acide cyanhydrique est le premier produit de l'assimilation de l'azote, *qu'on puisse recon-*

---

1) Emmerling: Die Eiweissbild. d. Pflanze, Landw. Vers. Stat. XXII. p. 152.

naïtre, dans le *Pangium*, nous restons sur le terrein des interprétations de phénomènes observés et de résultats d'expériences. Cette hypothèse, en effet, ne veut ni ne peut, rien prédire sur la nature du corps *qui prend naissance au moment de l'assimilation de l'azote;* corps inconnu, dont la transformation ultérieure engendrerait, dans le cas du *Pangium edule*, l'acide cyanhydrique si facile à reconnaitre.

Toutefois, il est peut-être permis de se demander si l'acide cyanhydrique ne pourrait pas être, non seulement le premier produit *reconnaissable* de l'assimilation de l'azote, mais, en même temps, le premier composé organique azoté *qui se forme* dans cette assimilation.

Seulement, en posant cette question — ne l'oublions pas — nous entrons de plein pied dans le domaine des considérations théoriques pures.

Cette hypothèse ne rencontrerait pas, à priori, à ce qu'il semble, des objections au point de vue chimique.

En effet, lorsque l'acide nitrique agit sur les hydrates de carbone l'acide cyanhydrique compte parmi les composés qui prennent naissance [1]). Il faut avouer, cependant, que généralement, les conditions dans lesquelles cette formation de CAzH a lieu ne ressemblent guère à celles qu'on trouve dans la plante. Aussi suis-je fort reconnaissant à M. van Romburgh de m'avoir indiqué dans la littérature chimique, un cas qui se prête mieux à des comparaisons sur le terrein de la physiologie végétale. Il s'agit du travail de M. Louis Henry „Sur l'oxydation spontanée de l'acide nitrolactique", publié il y a quinze ans [2]).

Je demanderai la permission de citer textuellement le passage suivant de l'article de M. Henry:

„Depuis longtemps et à plusieurs reprises, tant pour la série grasse que pour la série aromatique, on a signalé la for-

---

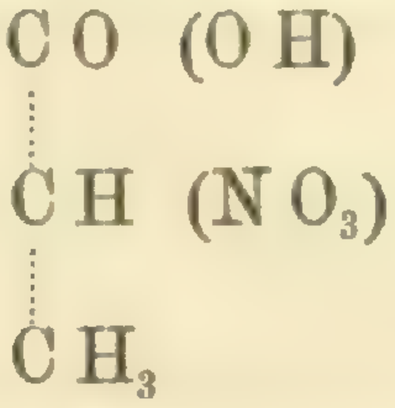
1) Voy., entre autres: Tollens, Kurzes Handbuch der Kohlenhydrate, Breslau 1888 p. 129, et, parmi les publications récentes, celle de Burls, Evans et Desch, dans Chemic. News 1893, 67, 75.

2) Ber. der D. Chem. Gesellsch. XII (Juli-December 1879) p. 1837.

mation d'acide cyanhydrique parmi les oxydations causées par l'acide nitrique.

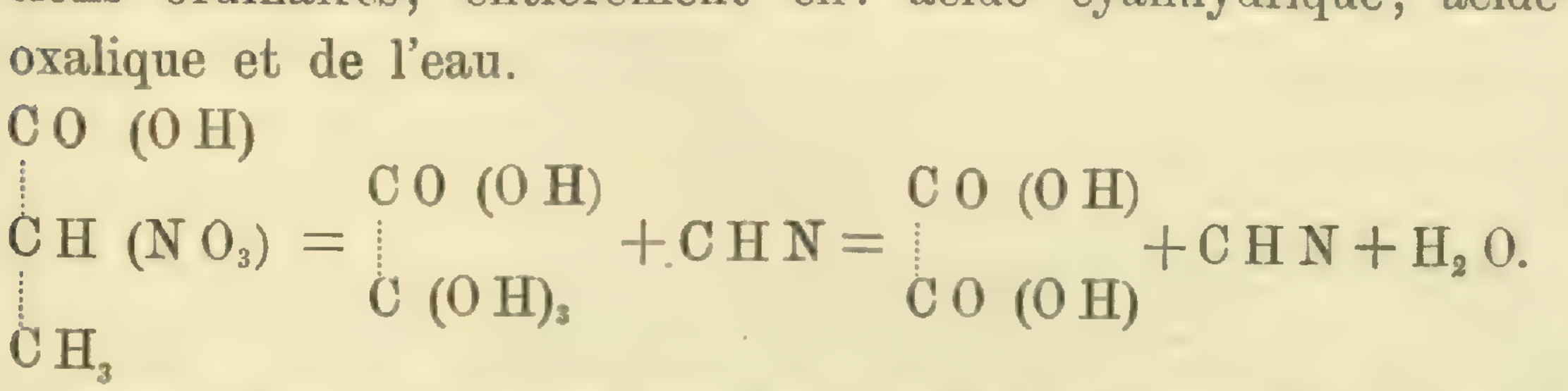
„J'ai trouvé récemment un nouveau cas de ce genre qui, par sa clarté, mérite un intérêt spécial.

„Il s'agit de l'oxydation spontanée que subit l'acide nitrolactique



que j'ai fait connaître antérieurement.

„Cette substance se décompose d'elle-même, dans les conditions ordinaires, entièrement en: acide cyanhydrique, acide oxalique et de l'eau.



„Il se montre bientôt dans le fond du liquide des cristaux d'acide oxalique, et la présence d'acide cyanhydrique se manifeste déjà par son odeur. On peut facilement obtenir ce dernier en conduisant un courant d'air dans l'acide nitrolactique très peu chauffé dans l'eau tiède; si l'on fait passer ensuite cet air sur de la potasse caustique, celle-ci contient alors beaucoup de cyanure de potassium.

„Cette intéressante réaction peut servir comme expérience de cours.

„L'oxydation de l'acide nitrolactique se fait très rapidement. Une certaine quantité de ce corps, préparée pour s'en servir dans les cours, vers la mi-Juin, et examinée environ un mois plus tard, contenait déjà beaucoup d'acide cyanhydrique. La décomposition a lieu à la température ordinaire et elle parait être activée par la lumière; je n'ai pas décidé si elle est accélérée par la chaleur".

Au point de vue physiologique, l'hypothèse ne serait pas non plus inadmissible.

Pour qu'une substance puisse être considérée dans la plante comme point de départ de la synthèse conduisant vers la formation de matières albuminoides, il semble nécessaire qu'elle ait une composition simple et surtout qu'elle puisse très facilement donner des composés plus complexes. Sous ces deux rapports l'acide cyanhydrique laisse bien peu à désirer.

Pour le *Pangium edule* nous savons que M. Greshoff a déjà émis l'idée que l'acide cyanhydrique — s'il ne s'y trouve pas à l'état entièrement libre — y serait uni, de façon fort instable, à un sucre.

M. Kiliani a obtenu par l'action de l'acide cyanhydrique, la cyanhydrine de lévulose [1]). Cette cyanhydrine, par exemple, pourrait conduire, à son tour, par des transformations ultérieures, à la formation d'amides; corps qui ont une grande importance en physiologie végétale, comme substances plastiques de matières albuminoides [2]).

Je me borne à ces quelques indications. N'étant nullement chimiste moi-même, il y aurait de l'imprudence et de la suffisance de ma part à vouloir entrer dans des détails.

Pourtant, il me sera permis de rappeler au lecteur, que d'autres ont déjà entrevu, au point de vue théorique, la possibilité que l'acide cyanhydrique jouerait un rôle dans la formation des matières albuminoides.

On sait que suivant M. Pflüger, l'acide cyanhydrique entre-

---

1) H. Kiliani: Ueb. das Cyanhydrin der Lävulose, Ber. d. D. Chem. Gesellsch. 18, Juli—Dec. 1885 p. 3066, et ibid. 19, Jan.—Juni 1886 p. 221.

2) Dans le dernier de ces deux travaux M. Kiliani cite une tentavive faite par lui pour transformer la cyanhydrine en amide et en amine; le résultat fut négatif.

M. Wehmer a fait, à juste titre, la remarque suivante: »Wenn auch von Pfeffer für gewisse Pflanzen eine Wanderung der Reserveproteinstoffe in der Form von Asparagin nachgewiesen wurde, und Borodin die häufige Entstehung dieses Körpers in verdunkelten Zweigen zeigte, so liegt damit kein zwingender Grund vor dasselbe als allgemeine Wanderform der stickstoffhaltigen Substanzen zu betrachten (le présent travail prouve le bien-fondé de cette remarque) und seine nothwendige Entstehung bei synthetischen Prozessen zu fordern" (C. Wehmer: Das Calciumoxalat von Crataegus oxyacantha L., Ber. d. D. botan. Gesellsch. VII, 1889, p. 226).

J'ai été à même de consulter la littérature chimique citée dans ce travail grâce à l'obligeance de M. van Romburgh, à qui je suis redevable, en outre, de mainte précieuse indication de nature chimique.

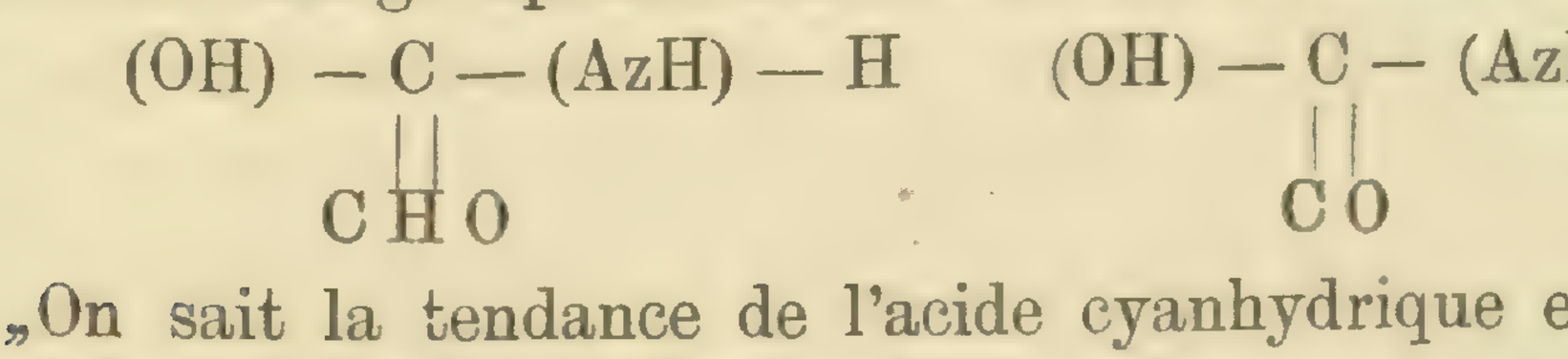
rait dans la composition de l'albumine vivante telle qu'elle fait partie des tissus [1]).

En second lieu il y a la théorie de M. Gautier que je prendrai la liberté de citer — vu son importance — in extenso, d'après ce qui se trouve sur elle dans la troisième édition des „Nouveaux éléments de Physiologie humaine" de Beaunis [2]).

„Déjà Hunt avait considéré les albumines comme des *nitriles*, c'est-à-dire comme des éthers cyanhydriques. D'après Gautier, il existerait dans tout composé albuminoide une chaine centrale ou noyau constitué par le groupement CAzH (acide cyanhydrique) non saturé, groupement pouvant être soit tétratomique soit diatomique

Tétratomique Diatomique

„A ces noyaux se rattacheraient des groupes diatomiques ou monoatomiques oxygénés, tels que OH ou CO, et plus généralement des radicaux aldéhydiques qui viennent compléter la molécule. Les groupements suivants feront saisir cette conception :



„On sait la tendance de l'acide cyanhydrique et du reste de beaucoup de composés cyanés à se polymériser. Le groupement CAzH, en s'unissant à lui-même ou à d'autres groupements, deviendrait ainsi le squelette des matières albuminoides et d'une partie des composés organiques complexes qui en dérivent, acide urique etc. L'*adénine*, C 5 H 5 Az 5, trouvé récemment par Kossel dans le pancréas, vient donner un exemple remarquable de cette polymérisation du groupe CAzH et confirmer les idées de Gautier" [3]).

---

1) Voy., entre autres,: Beaunis, Physiologie, p. 165.

2) Paris, Baillière, 1888, p. 161. C'est M. le Dr. J. Massart qui a eu la bonté de me mettre en état de consulter le traité de Beaunis.

3) Voy. aussi, White: Proteids, dans, Pharmac. Journal and Transactions, 1892 p. 512.

Si l'on veut considérer, dans notre cas, l'acide cyanhydrique comme point de départ de la synthèse de matières albuminoides, comment expliquer alors que ce principe ne soit pas plus répandu dans le monde végétal?

Il n'est guère admissible qu'un phénomène aussi fondamental soit restreint au *Pangium* et, peut-être, à un nombre toujours relativement petit d'autres plantes. Au contraire, il faudrait bien, à ce qu'il parait, qu'il se manifeste dans un très grand nombre de végétaux.

Ces objections se présentent immédiatement à l'esprit.

Je suis loin de croire qu'il suffira pour y répondre, de dire que le nombre de plantes contenant de l'acide cyanhydrique est beaucoup plus grand qu'on ne le pensait il y a quelques années. M. Kobert a, il est vrai, tout récemment, pu terminer une énumération des végétaux qui contiennent du CAzH par ces mots: „Die im Vorstehenden gegebene Zusammenstellung..... zeigt dass das Vorkommen der CNH ein sehr vielfältiges ist, was man früher gar nicht geahnt hat" [1]).

Pourtant, je le répète, ce nombre est toujours bien petit si réellement on a affaire à un phénomène auquel reviendrait, sans doute, une certaine généralité. On ne saurait nier cependant, que la présence du CAzH dans des familles aussi différentes entre elles que les Amygdalées, les Asclépiadées, les Bixacées, les Tiliacées, les Sapotacées, les Sapindacées, les Papilionacées, les Convolvulacées, les Euphorbiacées, les Linacées et les Aroidées, plaide, jusqu'à un certain point, en faveur de l'hypothèse.

Le raisonnement suivant ne pourrait-il pas être de quelque utilité pour répondre aux objections?

Il se pourrait qu'en effet le CAzH fut, dans un très grand nombre de plantes, le premier corps qui prend naissance à la suite de l'assimilation de l'azote, mais que chez la grande majorité d'entre elles la synthèse continue immédiatement sa marche, pour ne s'arrêter, temporairement, qu'à un composé

---

1) Kobert: Lehrbuch der Intoxikationen, 1893, p. 512.

dans lequel le groupement CAzH est trop intimement lié déjà à d'autres groupements pour qu'il puisse être reconnu à l'aide de nos réactifs.

C'est à la chimie de nous renseigner alors sur la nature possible de pareils composés qui pourrait prendre naissance dans les conditions réalisées dans la plante; et à la phytochimie et à la physiologie de rechercher ensuite la présence de ces composés dans les organes — voire même dans les cellules — considérés comme siéges de l'assimilation de l'azote.

D'autre part, l'étude phytochimique, et surtout des investigations microchimiques, sur d'autres plantes renfermant du CAzH, fournira peut-ête de précieuses indications.

Quelles que soient les informations que l'avenir nous réserve sur un point d'aussi grande portée, on ne m'en voudra pas, j'espère, d'avoir ajouté ici ces quelques considérations théoriques, se rattachant presque de façon inévitable aux résultats auxquels je suis arrivé dans mes recherches sur le *Pangium edule.*

Je prierai le lecteur de croire que je n'attache pas moi-même à ces considérations plus de valeur qu'elles ne méritent. Sur un terrein où nos connaissances sont encore si restreintes, une hypothèse peut avoir son utilité; ne serait-ce que pour diriger les idées vers d'autres points de départ, et, peut-être aussi pour engager à entreprendre de nouvelles recherches.

On trouve des données générales sur les autres espèces qui contiennent du CAzH — soit libre ou quasi-libre soit sous forme de glucoside — notamment dans l'excellent traité sur les intoxications, de M. Kobert, et dans les derniers volumes du „Jahresbericht für Pharmacie".

Pour ce qui concerne spécialement les plantes tropicales contenant de l'acide cyanhydrique, il faut, avant tout, renvoyer aux travaux de M. Greshoff cités dans le premier chapître, et

aussi aux rapports annuels sur le Jardin botanique de Buitenzorg pour les années 1892 et 1893 [1]).

De toutes les plantes qui contiennent le principe en question les Pangiées sont, comme M. Greshoff l'a si bien dit [2]), les végétaux à CAzH „par excellence". Aussi, sont-ce les autres Pangiées qui se recommandent, probablement, en premier lieu à être étudiées maintenant au point de vue physiologique et microchimique.

Je me permettrai, avant de terminer, deux recommandations, en vue de pareilles recherches qu'on voudra entreprendre.

En sa qualité de substance plastique de matières albuminoides, l'acide cyanhydrique joue dans le *Pangium edule* un double rôle. Il est, suivant mon interprétation, le premier produit reconnaissable de l'assimilation de l'azote, mais aussi substance „de transport". Maintenant, il n'est nullement nécessaire que ces deux fonctions soient combinées aussi chez les autres plantes où le CAzH se trouve sous une autre forme que celle de glucosides. D'une part, il est fort possible qu'ailleurs le transport se fasse sous forme d'un autre composé soluble, dérivé du CAzH. D'autre part, il se peut que lors de l'assimilation de l'azote, le stade cyanhydrique soit dépassé et que néanmoins le CAzH apparait ensuite comme „substance de transport". De pareilles „inconséquences" ne sont pas rares dans les plantes.

A la question — qu'on rencontre beaucoup trop souvent encore — pourquoi telle plante se comporte-t-elle autrement que telle autre, bien que les circonstances et les conditions paraissent être les mêmes, il y a cette double réponse à donner. D'abord, que cette égalité de conditions n'est très souvent pas réelle, et que nous sommes induits à l'admettre seulement parce que nos connaissances sont encore si restreintes. Ensuite, que la devise qui prime tout dans le monde végétal, comme d'ailleurs dans tout le monde organique, est: variis modis benefit.

---

1) On est prié de consulter dans ces rapports, non seulement le 6ième mais aussi le 5ième paragraphe, qui contient des données sur les recherches de M. van Romburgh concernant des plantes à acide cyanhydrique.

2) Indische Mercuur, 1894, p. 183, note.

En second lieu, je recommanderai tout particulièrement de bien distinguer entre les observations à faire: d'une part sur les organes et les tissus où des matériaux de réserve subissent des transformations, dans le but d'aller jouer de nouveau un rôle dans l'alimentation; d'autre part sur des organes et des éléments où l'on peut s'attendre à trouver des produits directs de la synthèse de l'azote [1]).

Ainsi, pour finir par un exemple emprunté à la plante même qui a fait le sujet de ce travail, il est fort possible, sinon probable, qu'il se forme dans les graines de *Pangium*, lors de leur germination, de l'acide cyanhydrique par décomposition de matériaux de réserve; ce qui n'empêcherait pas que le principe ayant dans ce cas une autre origine, servirait quand même ensuite à la régénération de matières albuminoides; pareille chose est connue depuis longtemps pour l'asparagine. C'est même, comme il a été dit plus haut, pour cette raison que je me suis abstenu, à dessein, de l'étude de la graine germante; afin de ne pas être induit en erreur en confondant des phénomènes phytochimiques d'ordre absolument différent.

Buitenzorg, 23 Février 1895.

---

1) Comp. par exemple ce que dit M. Emmerling dans: Studien über die Eiweissbildung in der Pflanze, 1e Abtheil., Landw. Versuchsstat. 24, 1880, p. 117.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Dans toutes les planches la couleur bleue indique le bleu de Prusse des préparations. Les nombres ajoutés entre parenthèses indiquent les grossissements en diamètres.

Pl. I.

(Toutes les figures grandeur naturelle, à l'exception des figures 11 et 12 qui sont très peu grossies. Les éléments lignifiés et sclérifiés sont colorés en rouge-brun par la vésuvine).

Fig. 1—9. Coupes transversales de la partie supérieure d'un jeune tronc (agé a peu près d'un an).

Fig. 10. Coupe transversale de la partie médiane d'un tronc d'environ deux ans.

Fig. 11 et 12. Coupes transversales de racines primaires.

Fig. 13—16. Coupes transversales de renflements basilaires de pétioles; dans les cas des figures 13 à 15 les endodermes, dont les cellules contiennent de l'amidon furent teintées en noir par l'iode.

Fig. 17—19. Coupes transversales de sommets de pétioles avec endodermes teintés en noir.

Fig. 20. Coupe transversale menée vers le milieu d'un pétiole.

Fig. 21. Coupe transversale menée par le pédicelle immédiatement au-dessous d'un jeune fruit.

Fig. 22, 22a. *Pétiole annélé.* Les six coupes de la première figure sont menées *au-dessous* de l'incision annulaire et les six coupes de la seconde figure *au-dessus* de l'incision.

Fig. 23, 23a. *Tige annélée.* Les trois coupes de la figure 23 sont faites *au-dessus* et celles de la figure 23*a* *au-dessous* de l'incision annulaire. Celle-ci a été pratiquée le 14 Novembre 1893; les coupes sont faites le 7 Janvier 1894.

Fig. 24. *Tige annélée.* La coupe au milieu est faite *au-dessous* de l'incision annulaire, les deux autres *au-dessus.* L'incision a été pratiquée le 26 Juillet 1893; les coupes sont faites le 11 Août 1893.

Pl. II.

(Les figures 1, 2 et 4 très peu grossies [1½/1], les autres figures grandeur naturelle. Les éléments lignifiés colorés par la vésuvine).

Fig. 1 et 2. Coupes longitudinales de sommets de tiges à croissance rapide.

Fig. 3. Coupe longitudinale du sommet d'une tige croissant lentement.

Fig. 4. Coupe longitudinale d'une partie plus âgée d'un jeune tronc.

Fig. 5. Coupe longitudinale d'une partie d'un pétiole, avec le renflement basilaire et l'insertion sur la tige.

Fig. 6a et 6b. Parties de la même coupe longitudinale d'un pétiole.

Fig. 7. Coupe longitudinale par le pédicelle d'un jeune fruit.

Pl. III.

(Fragments de feuilles de jeunes pieds à croissance rapide, âgés d'environ 14 mois. Grandenr naturelle).

Fig. 1. Partie d'une feuille bien éclairée.

Fig. 2. Partie d'une feuille qui s'est développée à l'ombre.

Fig. 3 et 4. Fragments de feuilles insérées sur un tronc annélé, *au-dessus* de l'incision annulaire. La figure 3 est prise d'une jeune feuille; la figure 4 d'une feuille adulte.

Pl. IV.

Fig. 1. Partie d'une nervure proéminente sur la face inférieure de la feuille; vue du dehors. (58).

Fig. 2. Deux poils insérés sur une nervure, vus du dehors. (70).

Fig. 3. Partie de l'épiderme de la face inférieure d'une jeune feuille avec les insertions de deux poils. (70).

Fig. 4, 5, 6. Parties de coupes de feuilles avec insertions de poils. Celui de la figure 4 se trouve sur la face inférieure de la feuille tout près de la nervure principale; celui de la figure 5 est inséré sur la face supérieure; celui de la figure 6, inséré sur une nervure provient de la face inférieure. (350).

Fig. 7, 8. Poils en sections optiques. (350).

Fig. 9. Partie d'un poil en section optique. (500).

Fig. 10. Partie d'un poil, vue du dehors. (500).

Fig. 11, 12. Cellules basilaires de poils en sections transversales. (500).

Pl. V.

Fig. 1. Partie de l'épiderme de la face supérieure d'une feuille encore en voie de croissance. (200).

Fig. 2. Comme la figure précédente. (400).

Fig. 3. Comme les deux figures précédentes. (350).

Fig. 4. Deux cellules à mâdes cristallins, de l'épiderme de la face supérieure d'une feuille. (500).

Fig. 5. Partie de l'épiderme de la face inférieure d'une feuille adulte. (350).

Pl. VI.

(Les figures 1—7 et 9 proviennent de coupes longitudinales, les figures 8, 10 et 11 de coupes transversales).

Fig. 1 et 2. Premiers stades de la différenciation de »cellules spéciales" dans la moelle de la tige, tout près du sommet. (350).

Fig. 3, 4 et 5. »Cellules spéciales", de la moelle de la tige, situées un peu plus loin du sommet et par conséquent plus agées. (200).

Fig. 6, 7. »Cellules spéciales", de la moelle de la tige, provenant d'endroits où l'allongement vient de cesser. (200, 350).

Fig. 8. »Cellule spéciale" de la zône interne de l'écorce de la tige. (200).

Fig. 9. »Cellule spéciale" de la zône externe, collenchymateuse, de l'écorce de la tige. (200).

Fig. 10. »Cellule spéciale" dans le phelloderme de la jeune racine primaire. (200).

Fig. 11. Deux »cellules spéciales" de la paroi d'un jeune fruit. (110).

Pl. VII.

Fig. 1a, 1b, 1c. Parties voisines de la zône interne de l'écorce de la tige (coupe longitudinale). Ces figures montrent des combinaisons de la réaction xanthoprotéiqne avec le bleu de Prusse dans les »cellules spéciales." (200).

Fig. 2. »Cellule spéciale" de l'écorce de la tige, traitée comme celles des figures précédentes. (200).

Fig. 3. Contenu d'une »cellule spéciale" de l'écorce de la tige, traitée de la même manière; à gauche le bleu de Prusse domine. (200).

Fig. 4, 5. »Cellules spéciales" de la moelle

de la tige, montrant la réaction xanthoprothéique seule; le renflement anormal des parois cellulaires est dû à l'influence des réactifs. (200).

Fig. 6. Partie de la jeune moelle de la tige, contenant deux »cellules spéciales"; traitement par le réactif de Millon. (200).

Fig. 7, 8. »Cellules speciales" de la zône interne de l'écorce de la tige, traitées par le réactif de Millon. (200).

Fig. 9, 10. »Cellules speciales" de la moelle de la tige, placées vivantes dans une faible solution de iode (260).

Pl. VIII.

Fig. 1. Section transversale d'une jeune feuille; longueur du limbe presque un décimètre (les feuilles adultes du même pied ont des limbes 3 à 4 fois plus longs). (260).

Fig. 2. Partie d'une section longitudinale d'un limbe adulte. (350)

Fig. 3. Partie de l'épiderme de la face inférieure d'une feuille presque adulte, au-dessus d'une mince nervure. (350).

Fig. 4. Partie de liber de la tige en sertion transversale, traité par une faible solution de iode. L'amidon des tubes criblés est coloré par l'iode en rouge, le contenu protéique des cellules annexes en jaune. (120).

r. p. rayon médullaire primaire;
r. s. » » secondaire.

Fig. 5. Tubes criblés avec »cellules annexes *c. a.*"; traitement comme dans le cas de la figure précédente. (350).

Fig. 6, 7. Parties du jeune liber de la tige en coupe transversale; ces figures montrent la différence de la réaction dans les tubes criblés et dans les cellules annexes *c. a.* (350).

Fig. 8, 9. Jeunes tubes criblés avec cellules annexes *c. a.* (350).

Fig. 10. Tube criblé avec cellules annexes. (260).

Fig. 11. Très jeunes fibres péricycliques. (350).

Fig. 12. Partie d'une jeune fibre péricyclique plus âgée. (350).

Fig. 13. Partie d'une fibre péricyclique, encore plus avancée que celle de la figure précédente. (120).

Pl. IX.

Fig. 1. Fragment de feuille d'une plante (croissant dans un pot) mise pensant quinze jours à l'obscurité. La partie supérieure qui présente la réaction, est prise le 18 Juillet 1894, au moment où la plante fut mise à l'obscurité; la partie suivante, prise le 1ier Août, montre la disparition complète de l'acide cyanhydrique.

Fig. 2a et 2b. Lobes d'une même feuille. Le pied resta a l'obscurité du 15 Avril jusqu'au 28 Avril 1894; c'est à cette dernière dâte que la figure 2*a* fut prise et que la plante fut de nouveau normalement éclairée. Le second lobe, celui de la figure 2*b*, fut traité et dessiné le 5 Mai 1894.

Fig. 3. Fragment d'une feuille, dont les nervures principales qui mènent vers le lobe gauche avaient été coupées quelques semaines auparavant.

Pl. X.

Fig. 1a. Sommet de lobe d'une jeune feuille qui s'est formée à l'obscurité.

Fig. 1b. Partie suivante de la même feuille, prise une dizaine de joues plus tard, après avoir été exposée pendant ce temps à la lumière.

Fig. 2—10. Fragments de jeunes feuilles développées à l'obscurité. Voir le texte pour l'explication de l'aspect différent que présentent ces lobes.

Pl. XI.

Fig. 1a, 1b. Parties de la feuille inférieure d'un pied d'environ un an. Le fragment *α* dans la figure 1*a* est traité, au moment de l'ablation de toutes les autres feuilles, le 18 Janvier 1894; le fragment *β* est pris le 26 Janvier

et celui de la figure 1*b* le 2 Février 1894 (très faible grossissement).

Fig. 2a, 2b, 2c. Parties de la feuille inférieure d'un pied *annélé* d'environ un an. Les figures 2*a* et 2*c* représentent *le même* fragment, détaché de la feuille, au moment de l'ablation de toutes les autres feuilles, le 18 Janvier 1894; la fig. 2*a* est très peu grossie, la fig. 2*c* est representée en grandeur naturelle après le traitement par l'iode. Le fragment de la figure 2*b* est pris le 10 Février 1894, par conséquent 23 jours après l'ablation des autres feuilles.

ZUR FARN-FLORA DER SUNDA-INSELN.

VON

Dr. H. CHRIST.

I. *Diplazium speciosum* Blume Enum. Plant. Javae fasc. II, pg. 193. Christ, Ueber einige Javanische Arten von Diplazium. Annales du Jardin bot. de Buitenzorg. XII. 217.

II. *Teratophyllum Metten* = Acrostichum (Stenochlaena I. Sm.).

G. Karsten behandelt in seinen morpholog. u. biologischen Untersuchungen über einige Epiphytenformen der Molukken (in Annales du Jardin bot. de Buitenzorg XII. 143.) eine Pflanze von Amboina mit dimorphen Blättern, die er der von Mettenius aufgestellten Gattung Teratophyllum zurechnet. Diese Identification ist durchaus richtig: es fragt sich aber, ob dies Genus Teratophyllum aufrecht zu erhalten ist, ob nicht vielmehr diese Pflanze zu einem längst bekannten Acrostichum zu ziehen ist.

Für mich ist diese Frage durchaus zu bejahen:
es handelt sich hier lediglich um ein besonderes, vollkommenes Entwicklungsstadium der Acrostichum scandens (I. Sm.) und sorbifolium L. aus der Gruppe Stenochlaena I. Sm. (Lomariopsis Fée).

Bekanntlich haben die sonderbaren, in ihrer Textur an Trichomanes erinnernden Niederblätter dieser Kletterpflanzen mehrfach die Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Schon Blume in dem 2ten Heft der Enum. plant. Javae 1827. S. 205 beschreibt kurz unter Lomariae Dubiae 2. Pflanzen, die er Lom. aculeata u. gracilis nennt, mit kletterndem und stachligem Caudex und mit Fiedern, die theils einfach und ganzrandig, theils zweifach fiederspaltig sind, und W. I. Hooker in spec. fil V. 243. 1864.

vermuthet, dass das abnorme Formen des Acrostichum sorbifolium E. seien.

Der erste genauer erörterte Fall dieser Art war die von Bory de St. Vincent in Duperrey's Voyage de la Coquille Bot. 273, Tab. 37. f. abgebildete, von ihm Scolopendrium Durvillei benannte Pflanze, welche Du Mont d'Urville auf Ualan gesammelt hatte. Nach den ebenda von Martens fil. auf der Kotzbue'schen Expedition gefundenen Exemplaren beschrieb sie Kunze in Schluhr's Suppl. 1840—1847 Tab. V. S. 9. Diese Pflanze zeigt kletternden Caudex und gefiederte Wedel, deren Endsegmente ungetheilt, und in ihrem Bau identisch mit Acrostichum sorbifolium sind, während die Seitensegmente sich in doppelt fiederspaltige Gebilde vom Aussehen eines Trichomanes der Radicans-Gruppe auflösen. Wegen einiger unregelmässiger Sporangien-Gruppen, die längs den Seitennerven der Endsegmente verlaufen, brachten sowohl Bory als Kunze diese Pflanze zu Scolopendrium.

Ein fernerer Fall dieser Art ist das von W. I. Hooker in spec. fil. I. 1846. Tab. 61 D. Seite 196 geschilderte sterile Stück eines Farns, der denselben kriechenden Caudex darstellt, jedoch mit kurzen Stacheln versehen und dessen Wedel lediglich eine sehr zusammengesezte regelmässig doppelt bis dreifach fiederspaltige Trichomanesform zeigt, ohne das einfache Endsegment der D'Urville'schen und Martens'schen Pflanze. Diese Form ist von Penang l. Wallich und wurde von diesem, ohne Zweifel wegen der regelmässigen Fiedertheilung, in seinem Catalog N. 148 als Davallia achilleaefolia bezeichnet. Im Text citirt Hooker die Beobachtung von I. Smith (in Enum filic. Philipp. in Hook Journ. of Bot. III. 401.) zu Exemplaren der Stenochlaena scandens I. Sm. von Cuming aus den Philippinen, an denen ein gleiches Gebilde sich findet, das Smith als abnorme Wedel bezeichnet, die sich an verlängerten stachellosen oder auch bestachelten Theilen des Stipes entwickeln. Smith findet diese Gebilde analog den trichomanoiden Ansätzen am Stipes der Hemitelia capensis Br., und Hooker schliesst sich dieser Ansicht „heartily" an. Auch im V. Band der spec. fil. N. 242. hält er es für wahrscheinlich, dass die von Fée als besondere Arten von Lomariopsis (ludens,

variabilis, Smithii, spinescens) beschriebenen Formen nichts sind als Pflanzen von Acrostichum sorbifolium L. u. scandens (I. Sm.) welche neben normalen Wedeln fiederspaltige Niederblätter zeigen. Hooker zieht auch mit gleicher Wahrscheinlichkeit sein Polypodium binerve von Madagaskar (Sp. fil. IV. 175. Tab. 273. B.) als eine einfach fiederspaltige Form zu A. sorbifolium L.

Für mich ist nun die Zugehörigkeit dieser, von Karsten vortrefflich nach Textur und biologischer Bedeutung beschriebenen Form mit trichomanoiden Niederblättern zu jenen beiden, so nahe verwandten Acrostichum eine *ausgemachte Thatsache*, und es ist das Mettenius'sche Genus Teratophyllum zu unterdrücken, wie dies schon in der Synops. fil. Ed. II (1873.) N. 412. ausgesprochen ist. Ich stütze mich dabei auf Material, das ich Herrn Karsten selbst verdanke, und das aufs genaueste mit sehr schönen Exemplaren von A. sorbifolium L. stimmt, welche Bischof Hose in Borneo: Sarawak 1894. sammelte und die er mit der Bemerkung begleitete: showing the curious tripinnatifid basal fronds which are common. Den Exemplaren liegt ein *fruchttragender Wedel* bei, welcher nicht den geringsten Zweifel übrig lässt. Auch zeigt die Abbildung Karsten's Taf. 14. 215. N. 26. 27. u. 28. aufs genaueste dies Acrostichum.

Ob nun solche Formen zu A. sorbifolium L. oder zu A. scandens (J. Sm.) gehören, ist nicht immer leicht zu entscheiden. Am besten leitet noch der feine Nerv, der bei scandens längs dem Mittelnerv der Fieder verläuft, von dem aus erst die senkrecht abgehenden Seitennervillen entspringen, und dann sehr deutlich ist, wenn er sich vom Mittelnerv ein wenig entfernt, und so eine Reihe von Maschen bildet, der freilich aber auch oft um so weniger hervortritt, als er dicht an den Mittelnerv selbst sich anlegt.

Die Analogie dieser merkwürdigen Niederblätter mit denen von Hemitelia capensis Br. und Alsophila Boivini Mett. von Madagaskar (l. Hildebrand) scheint mir eine nähere als mit den Asplenien, die Karsten anführt. Bei diesen ist der morphologische Unterschied zwischen den Niederblättern und den Hochblättern lange nicht so stark, wie bei Acrostichum und

Hemitelia. Eine ähnliche besondere Art von dimorphen Niederblättern bei Cyatheaceen bietet übrigens auch Alsophila ramispina Hook von Borneo l. Hose, bei welcher am Grunde der Wedel ein stark fiedergetheiltes, kurzes, Stipula-artiges Gebilde vorhanden ist, dessen Zipfel sich dornig verhärten.

III. *Ueber Dimorphismus und Einsenkung der Sori bei Polypodium.* Karsten bemerkt S. 148, die alte Meinung, es handle sich bei den Polypodiumarten mit dimorphen Wedeln um eine Differenz fertiler und steriler Blattformen, sei dahin zu berichtigen, dass es sich bei diesem Dimorphismus nur um den Unterschied von Nischenblättern zum Zweck des Humussammels und von Vegetationsblättern handle. Hiegegen ist doch zu erinnern, dass es Polypodien giebt, bei denen ein starker Dimorphismus lediglich mit Bezug auf sterile und fertile Vegetationsblätter besteht. Im Malay. Archipel gehört dahin z. b. P. lomarioides Kze, P. caudiforme Bl. (Gymnogramme caudiformis Hook), P. incurvatum Bl., und zum Theil selbst gewisse Formen des gemeinen P. Phymatodes L. (siehe Dr. H. Christ filices Sarasinianae in Verh. der Naturforsch. Ges. Basel. XI. 1. Seite 72). Es ist sehr denkbar, dass die Fruchtwedel dieser Arten deshalb so viel schmäler sind als die sterilen, damit die Sori einer geringeren Kraftwirkung des zusammen strömenden, auf grossen Flächen doppelt schwer einwirkenden Regenwassers ausgesezt sind.

Bei mehrern Polypodien der Malay. Region kommt es vor, dass auf demselben Wedel der untere sterile Theil breite Abschnitte hat, während der obere Theil, so weit er fertil ist, ganz schmal und auf die Nerven nebst einem Flügel reducirt ist, gerade breit genug, um eine Sorus-Reihe zu tragen. Dies ist ein Dimorphismus innerhalb desselben Wedels. Dahin gehört Polypodium (Drynaria) splendens Hook (Dryostachyum pilosum J. Sm.) von Luzon und Celebes (l. F. und P. Sarasin). Die untere Hälfte des Wedels trägt breite Segmente, aber in der Mitte zieht sich der Wedel plötzlich so zusammen, dass er einer fertilen Lomoria mit sehr entfernten und langen Segmenten ähnlich ist. Dieselbe Gestaltung findet sich bei dem nahe verwandten Polyp. (Drynaria) Mayenianum (sub Aglao-

morpha Schott) der Philippinen und endlich bei der, mit diesen Polypodien ebenfalls ganz nahe verwandten, aber aus künstlich theoretischen Gründen zu den Acrostichum geworfenen Photinopteris rigida J. Sm. und drynarioides Hooker. Dass bei den so überaus zahlreichen, wirklichen Acrostichum dieser Zone der Dimorphismus in Betreff der Ausdehnung der sterilen, und der Reduction der fertilen Lamina die Regel ist, braucht keiner Erwähnung: es kommt hier Dimorphismus mit getrennten Wedeln und auch solcher auf demselben Wedel vor, letzteres z. B. bei dem sehr verbreiteten und gemeinen Acrostichum (Hymenolepis) spicatum L. wo die breit bandförmige Lamina sich plötzlich in eine lineale fertile Spitze zusammen zieht: ohne Zweifel zum Schutz der Sporangienmasse gegen breite Regenströme.

Ich nehme an, dass auch gerade deshalb viele Polypodien aus der regenreichsten, mittlern Gebirgsregion des Malay. Archipels so tief eingesenkte Sori haben. Ein gutes Beispiel bietet Polyp. incurvatum Blume. Nicht nur sind die fertilen Wedel gegenüber den sehr breiten sterilen besonders schmal, fast auf schmal geflügelte Rippen reducirt, sondern die Sori sind so tief in die Blattunterseite eingesenkt, dass sie auf der Oberseite sackförmig heraustretende, nach unten verjüngte Papillen von 3—4 Millim. Tiefe bilden, auf deren Grunde sie ruhen. Auf diese Weise sind die bekanntlich sehr schwach, mit ihrem dünnsten Ende befestigten Sporangien völlig geschüzt gegen die Gewalt des strömenden Wassers, bis sie reifen und dann die Sporen durch die Elastizität der Sporangienringe über den Rand des schützenden Sacks hinausgeschleudert werden. Besonders merkwürdig war mir die von F. und P. Sarasin in der Bergregion von Celebes (Klabat-Gipfel) gesammelte, von Blume P. celebicum genannte Pflanze. Sie ist vom gemeinen P. pectinatum L. des warmen Amerika fast nur durch eingesenkte Sori zu unterscheiden, die ausserdem noch durch eine randliche Wimperbehaarung geschüzt sind, welche die Regentropfen zertheilt und abhält.

Ein weiteres Beispiel ist das im Archipel wie auch in Hinter-

indien gemeine Polyp. subauriculatum Blume, das nicht dinorph ist, aber dessen Sori papillös eingesenkt sind. Die zwei und mehr Meter langen Wedel dieses sehr ornamentalen Farns hängen häufig senkrecht abwärts. Es ist klar, dass das strömende Wasser durch die Nische, in welcher die Sori geborgen sind, abgehalten wird.

Bei allen diesen Farnen mit papillös eingebetteten Sori fehlt, gemäss ihrem Genuscharakter Polypodium, der Schleier, der andern Filices (Nephrodium, Asplenium etc.) zum Schutz dient. Bei einigen, und zwar breitblättrigen Aspidium kommt übrigens der Schutz durch eingesenkte Sori als Ausnahme auch vor: ich sah cultivirtes Aspidium trifoliatum dieser Art und besitze ein A. macrophyllum aus Centr. Amerika (Honduras C. Donnell-Smith) das diese Erscheinung in ausgesprochenem Grade zeigt, während normal diese Species flach aufsitzende Sori haben. Dass übrigens auch die *Oberseite* des Wedels durch die hervortretenden Papillen geschüzt ist, braucht keiner Erwähnung.

Mehrere Filices der Malay. Region zeigen den Schutz der Sori durch ein Indusium im höchsten Grade. Die im Aufbau Nephrodium ähnliche Diacalpe hat ein Indusium, das den Sorus völlig als Hohlkugel umschliesst, und die ähnliche Sphaeropteris zeigt dieselbe Erscheinung, aber so, dass die, den Sorus umschliessende Hohlkugel gestielt ist, wodurch natürlich der Sorus noch mehr dem Einfluss des auf der Blattfläche fortrollenden Wassers entrückt ist.

Bei der seltenen, den Gleichenien verwandten Mattonia von Sumatra und Borneo bedeckt ein gestielter, tief über den Rand des Sorus herabgreifender Schirm von sehr fester Textur denselben gegen Einwirkungen von oben sowohl als von der Seite. In andern genera sorgt die feine Zertheilung des Wedels genügend für Zertheilung der Wassermasse.

Ich schreibe dieser Zertheilung den Umstand zu, dass in den Genera Alsophila und Cyathea so höchst ähnliche Formen bald mit, bald ohne Indusium auskommen Die Zertheilung des Laubes genügt zum Schutze, und die Bedeckung der Sori wird indifferent. Bemerkenswerth ist in dieser Richtung, dass

eine Form: Alsophila tristis, Blume von den Bergen Java's (Gedeh und Tjibodas L. Lefèvre c. Treub) mit Diacalpe so sehr übereinstimmt, dass eine specifische Trennung kaum möglich ist, ausser dass sie indusiumlose Sori hat! Nahezu dieselbe Pflanze tritt also bald mit geschüztem und bald mit ungeschüztem Sorus auf, wie ich glaube weil die feine und also den Regen durchlassende Zertheilung des Wedels die Sori bereits genügend vor all zu starker Schwemmung durch Regen schüzt.

Die gitterförmige Zertheilung der doppelt- und dreifach gefiederten Wedel genügt auch bei sehr zarter Textur (und sowohl Diacalpe als Alsophila tristis sind von dünnem krautigen Gewebe) um die grosse Wedelfläche zu entlasten, weil sich keine dicke Regenschicht und keine starken Regenbäche darauf bilden können, sondern weil zwischen jeder Fieder und jedem Fiedersegment ein leerer Raum ist, durch welchen das Wasser herabfällt und so die Kraftcontinuität verliert.

Das Maximum des Schuzes ihrer Sori geniessen freilich Formen, wie z. B. Alsophila crinita Hook. Java's, Ceylons und Südindiens, die bei sehr straffem, lederigem Laub, sowie bei einer sehr weit gehenden Zertheilung noch mit steif abstehenden Spreuhaaren vollständig bekleidet ist. Hier kommt zu der elastischen, das Gewicht des Wassers durch die Federkraft der Spindel und des Gewebes zurückwerfenden Natur der Pflanze, und zu den geschilderten Vortheilen des Gitterwerks noch die Zerstäubung, welche die auffallenden Tropfen durch die sich ihnen entgegenstellende Behaarung erfahren.

Sehr interessant sind auch Formen, wo die Laubtheile zwar kahl sind, wo aber die Spindel und selbst die Rippen (Hauptnerven) der Fiedern mit dichten Spreublättchen (Cyathea Tussacii Desv. der Antillen) oder Wollhaaren (Cyathea glauca Bory von Bourbon l. Cordemoy) geschüzt sind und zwar nicht nur in der Jugend, sondern bis ins Alter. Es handelt sich auch hier ohne Zweifel um die Hinderung allzu starker Zuströmung des Wassers.

TERATOLOGY STUDIED IN THE TROPICS BY J. C. COSTERUS AND J. J. SMITH Jr.

COMMUNICATED BY

J. C. COSTERUS.

With two plates XII and XIII.

When, in the beginning of 1892, I went on a visit to Buitenzorg (Java), it was my intention to study amongst other subjects, more especially vegetable teratology. But when I arrived on the spot, my attention was drawn towards so many other phenomena, that were quite new to me, that only part of my wish could be fulfilled.

Moreover it required no little time to make myself at home among the normal tropical plants and their organs, a work which must of course precede the study of deviations. I was however fortunate enough, when looking for abnormalities, to be guided by Mrss Treub and Burck and notably by Mr. J. J. Smith Jun., one of the head-gardeners of the Botanical Gardens. In this way I was enabled to bring to Europe some monstrosities for closer examination. My paper on normal and abnormal flowers of *Grammatophyllum speciosum* Blume, which appeared in Dodonaea 1894, deals with part of the material so collected. After my departure from Java Mr. Smith continued to seek for aberrations and wrote to me about new cases he had come across. Several specimens came into my hand through his care, of other things he kindly sent drawings and descriptions.

In this way it has become possible to give an account of the abnormities which have presented themselves to us from 1892—1895.

Is our account worth publishing after the admirable book of Prof. Penzig of Genoa? I venture to think it is. Now that the botanical station of Buitenzorg, through the devotion and untiring activity of the Director of the Garden, is attracting an increasing number of visitors, the attention of botanists is more and more directed to tropical vegetation. Physiology and more especially biology are in a fair way to obtain footing in the tropics and they have already suggested questions, to which the solution can be given only in those regions. Of course I do not mean to say that between the tropics there should reign other laws of nature, or that any such laws should be discoverable only there; nevertheless it is certain that the widely different conditions of the tropics in many cases lead the naturalist in a much easier way to an insight into various phenomena. Moreover, the wider the field over which natural research extends, the more reliable the information thus obtained is likely to be.

Therefore it seems to me of importance that teratology in the East-Indies, or generally speaking in the tropical regions, should be more closely studied, than it has hitherto been. In Europe this branch of botany has attracted students already for three centuries past. It first came into the hands of lovers of curios, then, like the whole of scientific botany, it became purely descriptive and so remained long after Anatomy and Physiology had become independent parts of botanical science. Only quite recently it has been established on a really scientific basis, firstly owing to vegetable pathology which pointed out the causes of many disturbances, secondly through the doctrine of atavism, which deals with reversions, and finally through the doctrine of heredity, by which we are enabled to fix and to strengthen certain deviations [1]).

---

1) See: Hugo de Vries, Sur l'hérédité de la fasciation. Dodonaea 1894 p. 110.

Owing to these influences Teratology has long outgrown the curio-stage and actually become an important part of botanical science.

The abstract about to be given is offered merely as a first attempt at a tropical teratology. The cases to be recorded are so far I know new, but the deviations themselves may, at least for the greater part, have been observed in other plants. Ours is purely descriptive work, and does not pretend to satisfy higher claims. The object, indeed, of the present publication is simply to draw the attention of such botanists as should make a shorter or longer stay in the tropics, to the teratological phenomena in those countries, and to induce them to collect specimens and draw up descriptions, which may prove of great use as material for a future survey like Prof. Penzig's.

I.

Leaves.

The disturbance with which we begin our survey, consists in a sudden standstill of the growth of the midrib and the concomitant modification of the apex. The leaves of the Tulip-tree (Liriodendron tulipifera) and the leaflets of Bauhinia present these peculiarities normally. Another result is the alteration of the ordinary venation together with the increased growth of the lateral parts of the lamina. The following description of the diagrams will illustrate this.

§ 1. Midrib stunted.

Fig. 1[a] represents a normal leaf of *Hernandia sonora*, L (family *Hernandiaceae*, allied to the *Daphnoideae*) of which the principal properties are sufficiently obvious. Of the abnormal leaves in my possession, I have delineated one, of which the midrib has been checked almost at the very beginning of its development (fig. 1[b]). On the other hand the lateral nerves show a stronger development together with the lobes to which

they belong. Also the base and its nerves appear a little stouter in 1^b than in 1^a, the normal shape.

Figg. 2^a and 2^b respectively represent the normal and the abnormal shapes of *Cocculus incanus* (fam. *Meuispermaceae*), in which it may be observed, that the midrib has attained the ordinary length and the base taken the ordinary shape while only the apex has been affected.

In a slight degree only is the disturbance of the apex to be observed in a leaflet [1]) of an unknown Bignoniacea (figg. 3^a and 3^b), whereas a stronger modification owing to the same cause attracts attention in figg. 4^a and 4^b. These leaves belong to *Coscinium Blumeanum* (fam. *Menispermeae*). A few more leaves, which I have preserved in my herbarium, show that in this plant the abnormity is not of exceptional occurrence.

Very curious effects are produced by the sudden checking of the midrib in *Vitis pallida* (fam. Ampelideae) comp. 5^a and 5^b. Of the cordate leaf scarcely anything has been left except the outline of the base. The lamina is simply split up from one end to the other, as also may be seen from the bifurcation of the midrib (see fig. 5^c). On the other hand each of the halves produces an outgrowth, the right half a cup-shaped, the left one a less distinctly differentiated appendage. That the pitcher is actually produced by the lobe, is quite evident from the stalk, which forms a whole with the midrib of that lobe.

Amongst the abnormal leaves which I brought from Buitenzorg, there is one which I omitted to compare with the normal shape. This leaf belongs to a species of *Solanum*. The peculiarity consists not so much in the unequal base (fig. 14) as in the emarginate apex. This case most probably should be classed with those just mentioned, it is however by no means impossible that bifurcation of the apex is at the bottom here, as in the cases to be described by and by.

Judging from Mr. Smith's notes the following are also to be classed under this head.

---

1) The leaves are binate with a three-branched tendril.

Plectranthus foetidus (?) (fam. *Labiatae*), of which some leaves have lost their apex partly or altogether, and:

Lansium domesticum (fam. *Meliaceae*), of which the fruits — called Doekoe — are edible. Mr. Smith says respecting one leaf preserved by him: apex bifid, midrib undivided; each of the apices has a lateral vein, springing near the end from the midrib.

This case markedly calls to mind the double-topped leaves in the ordinary meaning; still the difference is distinct enough; in two-topped leaves properly so called there are two primary apices, whereas in the cases under discussion the originally simple apex was somehow destroyed and subsequently more or less completely replaced by two other ones. The practical difference consists in the nerves coming down from the apices being in the latter case lateral ones with respect to the midrib, whereas in the former their very confluence originates so to say the midrib.

§ 2. Bifurcation of the apex.

Next follow some cases in which there are two apices and two midribs uniting into one, as just explained.

In fig. 15 an abnormal leaf of *Cleghornia cymosa* (fam. *Apocyneae*) is represented. Not until a long way downward the originally free nerves unite and they do not unite completely until the petiole has been reached. And here I may point to the „domatia" in the angles of some of the nerves; in size they are scarcely equalled by those of *Hypaphorus subumbrans* (the shadow-tree of the Coffee) and *Coffea arabica* [1]).

Almost the same is shown by the double-topped leaf *of Thunbergia* spec. (fam. *Acanthaceae*) (fig. 16) and the allied *Hexacentris Mysorensis* (fig. 17). Fig. 19 represents the terminal leaflet of *Connarus falcatus* (fam. *Connareae*), but although the apices are distinctly separated in this case, the midrib gives

1) It would seem that the domatia of the Coffee-tree have grown smaller in the hothouses of Europe. In the Amsterdam Botanical Garden, at least, they are hardly visible in the specimens there grown.

evidence that they are still secundary and that consequently this case is to be classed with our first group of malformations.

And here it seems to be the right place to record a beautiful series of bifid tops in *Punica Granatum* (fam. *Lythrarieae*) which I have preserved in my herbarium. Although this series was collected in the Jardin botanique of Brussels by Mr. Smith and consequently does not belong to the Indian monstrosities there collected, I mention them, because *Punica Granatum* (a native of Africa!) is of frequent occurrence in the East-Indies and the modification here described is almost sure to be met with in those countries.

The series, then, consists of various degrees of apex-fissure beginning with a slight incision and closing with two laminae on one petiole.

The Menado-coffee which in so many respects differs from the other varieties of Coffee abounds in bifid apices; the leaves run through all gradations up to the total division, in this way making understood the triple, quadruple and even multiple whorls of leaves which characterize this variety. Even the cotyledons, according to Mr. Smith, pass through all the stages I have mentioned [1]).

Cubebe canina Miq. (fam. *Piperaceae*), Malayan: Sirie anjding. A shoot at the base of an old bough also shows bifid leaves in different stages. The shoot moreover deserves attention on account of its being made up of two stems (probably phyllopodes) meeting at the spot where two leaves are abnormally opposed. (Fig. 19*, I, II, III).

---

1) According to Hugo de Vries fissure may go still further than the cutting-up of a leaf into two leaves, it may extend to what Delpino terms the *phyllopodium*. De Vries actually shows that in *Castanea vesca*, *Carpinus Betulus* and *Robinia Pseudacacia* not only are leaves divided into two which diverge horizontally, but also in many cases we find longitudinal transposition (along the stem), from which it is evident that the division has proceeded still further i. e. down to the stem itself. For a thorough understanding of this I should add that according to Delpino the stem is made up of phyllopodia, i. e. the lowermost parts of the leaves. Compare Bot. Jaarboek, published by Dodonaea, T. V. p. 108).

Vitis spec. On a branch are found, alternating with normal ones, various leaves of which the midrib is divided into two from the base. They are therefore bifid; designating the undermost leaf with 1, we have: n° 1 bipartite half-way down, apices subequal, n° 2 normal, n° 3 divided as far as $\frac{1}{4}$, apices nearly equal, n° 4 divided as far as $\frac{5}{8}$, apices slightly unequal, n° 5 fallen off, n° 6 normal, n° 7 bipartite as far as $\frac{1}{2}$, apices almost equal, n° 8 normal, n° 9 with a slight notch on one side of the leaf, n° 10 emarginate as far as $\frac{1}{6}$, apices very unequal, the following leaves normal [1]).

Lantana spec. (fam. *Verbenaceae*). On a little branch, one of the two leaves of a whorl has its midrib, beginning from the base, divided into two, the lamina being incised as far as $\frac{1}{3}$ from the top, the two pairs of leaves between which the deviation is found, are normal; the fourth whorl, a very young one, is triple. This species has often tri-verticillate leaves.

Gonocaryum pyrospermum (fam. *Olacineae*). Leaf with a midrib split up into two from base of blade. Two apices. Petiole grooved at back, close to the blade only.

Callicarpa spec. (fam. *Verbenaceae*). One leaf of a pair is divided into two, so as to form two quite separate blades of normal shape and two petioles loosely cohering.

Acrostichum? spec. (*Filices*) shows various bifid leaves.

Asplenium nidus (*Filices*) growing wild in the Government Gardens shows in a young specimen various degrees of fissure of the apex.

Atalanta monophylla (fam. *Aurantiaceae*). A leaf with a broad flat petiole, a midrib from the base divided into two, and an apex slightly notched.

§ 3. Transformation into pitchers.

In the third place we mention certain cases of transformation of leaves into pitchers. The division above described of a

---

1) In March 1895 the same specimen was found to have produced a similar branch with divided leaves.

leaf of *Vitis pallida* (fig. 5), in which the two parts showed cup-shaped appendages, leads us to a closer observation of the abnormal pitchers as found in Java. In the first place we call attention to a case which we observed in *Plumeria acutifolia* (fam. *Apocyneae*), in which a stalked pitcher springs from the back of a blade (fig. 6). This case strongly calls to mind an observation made on *Michelia Champaca*, *Croton appendiculatum* Hort., and also *Trifolium repens*, and which are described in the „Botanisch Jaarboek" published by the Botanical Society Dodonaea, 1892, p. 13. In the latter cases the apical portion had got differentiated from the base, and in *Trifolium* in such a way that the first symptom of malformation was a folding together of the upper half, while quite a series of intermediate stages had to be gone through before the final product consisting of pitcher, stalk and blade, was completed.

Less complete pitchers were found in *Anamirta Cocculus* (fam. *Menispermeae*), where only the inferior edges were bent inwards and grown together (fig. 7), and in *Amoora cucullata* (fam. *Meliaceae*); here it is the terminal leaflet of the pinnate leaves which, at least at the base, bears the character of a pitcher (Fig. 8). It should be noticed, however, that this transformation into a pitcher, is normal and that therefore the name „cucullata" has been given to this species. The other leaflets, fig. 9, have an unequal base, just as the leaves of *Ulmus campestris*, which only now and then take the shape of pitchers.

A beautiful pitcher is represented in fig. 10; it belongs to *Bauhinea rosea* (fam. *Caesalpineae*) and evidently is made up of two leaflets of the pinnate leaves grown together.

Again a leaf with cup-shaped base was observed in *Conocephalus suaveolens* (fam. *Euphorbiaceae*).

The cases of deviations now to be described can hardly be classed with one of the foregoing sections and will be enumerated separately.

Fig. 18 represents a leaf of *Centrosolenia bullata* (fam. *Gesneraceae*), of which the abnormity consists only in an edge

irregularly grown out. If a double apex may be looked upon as a bifurcation, the case in question may be regarded as an excrescence.

About a curious case of cohesion of two leaves of a germinating plant Mr. Smith writes as follows:

Jussiaea spec. (fam. *Onagrariaceae*). The young plant under notice possessed normal cotyledons; the terminal bud developed to a whole of two leaves of which the convex uppersurfaces were grown together (fig. 11); it was supported by a stalk which was four-winged owing to the decurrent leaves. The whole behaved like a leaf and soon left off growing. The function of the main-stem was assumed by an axillary bud of one of the cotyledons producing leaves and flowers. Although also in the axil of the other cotyledon there appeared a bud, this remained rudimentary.

Salacia Buddinghii (fam. *Hippocrateaceae*, allied to the *Celastrineae*). An oddly shaped leaf, resembling a strongly compressed saddle, makes it probable that some pathological disturbance is at the bottom of this (fig. 12).

Pancratium caribaeum (fam. *Amaryllideae*) From either half of the leaf emerges a narrow appendage in the shape of a leaf and about the same size as the leaf itself. The point of attachment of the two appendages is on their midrib (fig. 13[a] en [b]). This case is to be classed with the four-winged leaves cited by Masters [1]). He exemplifies the case by *Codiaeum*, *Phlox* and *Citrus*, and is uncertain whether in these plants we have to do with „dédoublement" as in the above leaves with two apices, or with enation, in which outgrowths spring from an organ not fully developed, as is known to be the case with cabbage-leaves and *Xanthosoma appendiculatum* Schott [2]).

Glycosmis trifoliata (?) (fam. *Aurantiaceae*). figg. 20[a] and [b]. Of this plant Mr. Smith collected several leaves which were incompletely developed, being simple instead of compound

---

1) Planzen-teratologie, p. 504.

2) Penzig II, p. 444. A beautiful specimen is cultivated in the Amsterdam University Garden.

leaves. While the normal leaf is tri-foliolate, the abnormal ones go through all stages of reduction, two of which are illustrated by figg. 20[a] and [b].

Another instance of suppression of leaves, of aphylly, as Masters rather strongly puts it [1]), was shown by a species of *Calliandra* (fam. *Mimoseae*). Fig. 21[a] represents a normal leaf: it consists of two leaflets, which themselves are composed of a number of pairs without a terminal leaflet. Of the many deviations shown by these leaves, I give two only, both lacked complete differentiation, as is evident from figg. 21[b] and 21[c] [2]).

Bignonia argyreia violacea (fam. *Bignoniaceae*). The climbing branches of this plant have tri-foliolate leaves in which the terminal leaflet has been replaced by a tendril. This tendril is divided into three very sharp slightly curved points resembling birds' claws; at the base of the branches and on small twigs are regularly produced simple leaves, a good deal larger, of beautiful colour and oval or elliptical acuminate shape. Amongst the latter leaves Mr. Smith found various aberrations, for instance: bi-foliolate leaves without a tendril, more or less regular pinnatifid and pinnatipartite leaves and so on. In the arrangement no regular progression towards perfection is to be observed; thus on one bough the two leaves of the first whorl were bi-foliolate without a tendril, those of the second, both of them simple; on the third whorl one bifid, the other one trifid, on another bough one of the leaves of a pair was binate, the other one trifid, of the next pair both leaves simple, after which followed the climbing leaves above described.

Bignonia venusta. Leaves 2—3 foliolate, with a long, three-branched winding tendril, when produced by climbing branches. In this plant Mr. Smith found transitional stages between

---

1) l. c, p. 452.

2) On the other hand another member of this family, a native of South-America, and growing wild in Java, viz. *Mimosa pudica* furnishes an instance of hypertrophy by the not unfrequent occurrence of three paired leaves between the normal two-paired ones.

leaflets and tendrils, which he did not observe, at least not distinctly, in the preceding species. In the present plant for instance one of the three branches was foliaceous. Fig. 23 represents a leaf of which the three-clawed tendril has been replaced by an unequally divided terminal leaflet.

Bignonia spec. China Leaves pinnate 3-foliolate, those of the climbing branches bi-foliolate with a simple tendril. Besides bi-foliolate leaves without tendril Mr. Smith also found a leaf as represented in fig. 24, where the terminal leaflet is a tendril and one of the lateral ones has been suppressed. This explanation seems the most plausible one taking into consideration a slight impression *opposite* the leaflet.

Tecoma speciosa, a member of the same family, like Bignonia produces climbing and non-climbing leaves. The latter are as a rule two-foliolate, in the former the terminal leaflet is replaced by a simple tendril. In the non-climbing were found by Mr. Smith: simple, bilobate, bifid, bipartite, 2-foliolate, trilobate, triple-cut, nearly 3-foliolate. In a 3-foliolate leaf the stalks of two of the leaflets were cohering.

II.

Stems and branches.

A very remarkable case of fasciation was in 1894 studied by Mr. Smith in *Hymenocallis senegambica.* I call it remarkable because of the fact that we have here to do with a Monocotyledoneous plant and on account of the regular development of the disturbance.

The plant in question, being a member of the *Amaryllideae*, has the same growth as *Himantophyllum*, but has more developed bulbs and leaves of a much more delicate light-green tint. In the hothouses of Europe these and other species are frequently cultivated, usually going by the name of *Pancratium* and producing beautiful, odorous, white flowers.

The shoot, which was observed from February to the middle

of June, showed a slow modification in the leaves, thus actually foreshadowing a division of the axis that produced them. Division of leaves often goes hand in hand with fasciation of stems, as for instance in *Menado-coffee*, *Fraxinus excelsa*, *Oenothera biennis*, etc As to the rest we shall follow as closely as possible the original notes of Mr. Smith. The undermost three leaves of one series are normal, only a little broader than usual, viz. 8.2 cM., but their apex remains acute.

The 4th leaf is, indeed, quite as broad as the preceding three, but shows a more blunt tip.

The 5th leaf is to 10 cM. wide and has an indented apex.

The 6th one is nearly 11 cM. wide with double apex and a double elevated ridge in the middle, which becomes single lower down.

The 7th has a width of 15 cM. with a couple of longitudinal folds, is irregularly four-dented in keeping with four parallel nerves.

In the place of the 8th leaf we find next to each other two leaves, which in February were still too young for closer observation.

Before we continue the history of its development, it should be noted, that on the opposite side of the shoot the leaves show the same modification, and also, that in one of the axils a peduncle becomes visible, which is double and bears numerous flowerbuds.

If we represent by fig. 25a the state of things as observed for the last time in February, *c* and *f* designate the two leaves which followed the 4-dented one. As to the position of those which followed inside, hardly anything could be predicted at the time. But in May a distinct differentiation had come about; at present there are four growing points to be seen, each of them enclosed by its whorl. That the same letters have been used in the two figures (25a and 25b), is according to Mr. Smith quite justifiable, because he is almost certain that between February and May no leaves have fallen off or been intercalated, a view which I am quite prepared

to endorse. The cross-hatched ovals indicate flowerstalks, with very rare exceptions producing normal flowers.

The same plant shows one more phenomenon, which, though, hardly in its place here, may be briefly referred to for the sake of completeness.

In order to facilitate a close examination of the shoot described Mr. Smith had been obliged to cut off other developing leafbuds. When there had gradually appeared fresh ones, a flowerstalk became visible which was united to the underside of one of the topmost leaves (fig. 26). This peduncle together with the leaf was bent firmly downward (comp. fig. 27, dark = peduncle, light = leaf) and measured about 2 dM. from the ground. The leaf (destitute of apex) coalesced by its midrib with the stem over a length of about $1\frac{1}{2}$ dM. The lateral halves of the leaf formed an acute angle, the peduncle is indented along the line of coalescence. This groove is replaced on the free part of the flowerstalk by a flat ribbon which on both sides marked off by a slit, tapers upward.

The free portion of the leaf is flat with two longitudinal thickenings (midribs) close to each other; at the point of union these ribs bend themselves into the edges of the aforesaid ribbon of the peduncle. The leaf is slightly swollen out at the point of divergence (*a*). The flowers appear normal.

Fasciations were further observed in *Celastrus paniculatus* and *C. alpestris* (fam. *Celastrineae*), in both cases on boughs, and to a slight degree on a slender pendent climbing branch of *Combretum Wightianum*, a member of the tropical *Combretaceae* family.

III.

Roots.

Saccolabium Blumei. Bifurcated roots of this Orchid were several times observed on a specimen introduced into the Buitenzorg Garden from the country. This case is undoubtedly to be classed with root-fasciations. In the German translation of

Masters' Vegetable Teratology [1]) it is stated that this deviation, though of rare occurrence, is especially observed in aërial roots of tropical plants, as *Aërides crispum*, *Phalaenopsis Schillerianum*, *Cactus*, *Epiphyllum* and some *Dioscoreae*.

IV.

Inflorescences.

Fig. 28 is intended to illustrate the occurrence of two opposite spathae of the spadix of *Anthurium cristallinum*, instead of one. According to Penzig II p. 440 the occurrence of two spathae has already been observed in *Anthurium Andraeanum*, and many times in *A. Scherzerianum*.

The next figure 29 shows the fasciation of the inflorescence of *Ledenbergia rosea aenea* (fam. *Phytolaccaceae*), as it developed in the garden of Buitenzorg. The splitting up of the growing point has proceeded very far and explains how the originally round axis has been flattened to such an extraordinary degree. When the seeds have come to maturity, the heredity of this fasciation could be easily tested. The numerous specimens which I brought to Europe in 1892, and the intelligence which in 1894 I received from Mr. Smith about fresh collections render it probable that an investigation as above suggested would lead to a confirmatory result.

Lactuca sativa (fam. *Compositae*) Fasciation of stem and inflorescence.

Spilanthes oleracea (?) (fam. *Compositae*). One specimen showed a number of capitula clustered together.

One morning when at work in the visitors' laboratory, I got from Mr. Treub a stem of Musa, of which a much reduced drawing is given in fig. 30. The deviation concerns the spot

---

1) l. c. p. 35.

from which the inflorescence springs. This point is regularly the axil of one of the topmost leaves, but in this case a rather old portion of the stem has been set apart to produce the „sisirs" [1]).

An analogous case is mentioned by Mr. Smith as observed in January 1894 on *Fourcroya tuberosa*. His observation concerns a very stout plant, bearing two peduncles on the oldest part of the stem under the oldest leaves, the peduncles are slightly longer than the leaves and produce only a small number of inferior blossomed branches [2]). As in *Agave*, the flowering is normally terminal.

V.

Flowers.

Grammatophyllum speciosum Blume (fam. *Orchideae*). In September 1894 I received from Buitenzorg four blossoms of this remarkable Orchid. All of them were tetramerous. In order to convince readers who should be imperfectly acquainted with the peculiarities of *Grammatophyllum speciosum*, of the significance and importance of the specimens received, I shall beg leave to mention the principal features of the structure of this flower. Before the head-gardener's house stands a very big tree (*Canarium commune*), on which a huge specimen of *Grammatophyllum speciosum* has settled. The plant forms a gigantic nest of roots continually spreading and enclosing the big trunk of the Canary tree.

In 1892 when I visited the garden, this specimen flowered with about 50 peduncles of a length of more than 2 Metres and each of them bearing 60, 70 to 100 blossoms. I may add that each one had a diameter of 0.1 Metre.

The vigorous flowering was not repeated in 1893; nay this

---

1) Sisir = comb, means one layer of the many-storied inflorescence of Musa.
2) The plants go on producing similar inflorescences. Note of May 1895.

striking phenomenon occurred that the evidently exhausted plant had no power to produce a single flower. In 1894 again a peduncle appeared, but only one. The reason why during my stay I examined the flower of this Orchid was owing to the circumstance that the lowermost flowers of an inflorescence are always abnormally constructed, viz. that they show the number 4 as against the ordinary number 6 presented by the topmost flowers, which are much more numerous [1]). Here we have an instance of an abnormity which occurs regularly and might consequently be called normal. When closely inspected the tetramery of the lower flowers, turned out to be the result of the cohesion of the two lateral sepals and concomitant supression of the labellum.

In fact in the tetramerous flowers the inferior sepal is double while the last vestiges of the labellum can be gathered from the course of the vascular bundles. The gynostemium of tetramerous flowers is in so far defective that it is without function; the ovary, indeed, is often empty and at all events very poorly provided with ovula. But the circumstance that makes the ovary especially interesting, is the presence of appendages, which can only be (rudimentary) stamens. This fact is significant because according to the prevailing opinion of naturalists the gynostemium of normal Orchids is the sum of no less than 4 stamens and 3 styles, which have completely coalesced and are unrecognizable as such. It may therefore be regarded as a confirmation of the theory of the gynostemium that in tetramerous flowers the supposed parts — though, imperfect — present themselves in the right places. Only after this explanation the statement, that also in 1894 the inferior part of the peduncle showed tetramerous flowers, is of some value. Of these flowers I had four sent to me from India.

An examination of them showed that two were normal as such, the third one had a very defective thread-like gynoste-

---

1) The results of the investigation mentioned above are to be found in the Botanisch Jaarboek, edited by Dodonaea, Gent, 1894, p. 24.

mium enclosed by two petals to a certain extent grown together and twisted.

The fourth flower was the only remarkable one as one of the petals, flanking the gynostemium, was attached to its back. Whether this was really or seemingly so, I cannot decide — in observing this coalescing petal I thought it more probable that the stamen which forms the back of the gynostemium had developed in a petaloid way (as occurs from time to time) and moreover it formed a whole with the said petal. It is of no use to discuss this point without the aid of figures and unnecessary for those who are acquainted either by personal observation or by figures with the tetramerous flowers.

1895 was a very favourable year for the specimen in front of the head-gardener's house. As early as December 1894 the pseudo-parasite was adorned with numerous flowering stalks. Also the tetramerous flowers were abundant. Mr. Smith greatly obliged me by forwarding as soon as possible some of the most striking specimens. A careful examination showed that the tetramerous flowers to a certain extent were less disturbed. Of the five flowers examined three had a normal anther with pollinia, whereas the two others showed these parts defective. Still all these flowers are superior to those observed in 1892, which without exception were destitute of pollen and anther. The stigma also showed less degeneration — a cavity filled with moisture was in two cases very distinct, in the three other ones less so or altogether absent. An ovary-cavity however could not be ascertained in any of the flowers. As in the Orchid-garden properly so called, *Grammatophyllum speciosum* is also being cultivated, viz. on *Evia borbonica*, Mr. Smith extended his observations to those specimens, and sent me the principal deviations he came across. For brevity's sake I shall only mention those flowers, in which some peculiarity was to be observed.

1° Three distinctly developed stigmas; consequently the rostellum has reverted to the original shape. The auriculae appear exceptionally big and bear each of them a brown tip (rudiment of an anther, 1, 2).

2° Gynostemium without any differentiation whatever.

3° Flower according to Mr. Smith remained closed; slight differentation of the gynostemium.

4° From the back of the gynostemium springs a petaloid organ, probably the transformed stamen A′.

5° Flower without gynostemium.

6° Gynostemium with petaloid borders (stamens 1 and 2?).

7° The whole flower reduced to a thread.

8° idem.

9° Flower quite closed without gynostemium.

10° idem.

11° Flower closed with gynostemium and long twisted pollinia on it.

From this account it appears that the utmost reductions of the tetramerous flowers are possible. But a peculiarity to which especial attention may be drawn is that in one of the specimens of the Orchid-garden the tetramerous flowers were not found *under* the hexamerous ones, as has always been the case up to now, but *amongst* them.

Grammatophyllum scriptum. In June 1895 I received from Buitenzorg a beautiful regularly constructed flower of a Grammatophyllum, which according to the opinion of Mr. Smith may be a variety of the Species scriptum. It is a native of Menado (Celebes). The flower appears tetramerous, but on examination turns out to be reduced in the same way as the above speciosum. The gynostemium is fully developed and bears a polliniferous anther and a little lower, a stigma-cavity. The inferior sepal is actually the product of two sepals, a labellum is wanting and of the ovary there is not even a rudiment. The flower was the lowermost of an inflorescence which was normal in other respects, and therefore shows a remarkable analogy with deviations of Gr. speciosum [1]).

---

1) On two flowering specimens of *Gr. Rumphianum* in one of the hothouses in Kew Gardens I observed some days ago the same deviation, viz. a few tetramerous flo wers at the base of the flowerstalk. Aug. 1895.

Eria spec. (fam. *Orchideae*). Before transcribing Mr. Smith's account of the case of cleistogamy observed in this plant, I wish emphatically to point out that this case can be properly treated of in the present paper, only if the observed peculiarity occurs occasionally. It goes without saying that plants which regularly show cleistogamy, are out of place in papers on teratology. Mr. Smith says: „Amongst other Orchids, cultivated in pots, I found an Eria, of which the flowers were cleistogamous, but produced ripe fruits. It appears that in this species this is of frequent occurrence; at least some time ago a native brought me a few specimens closely resembling the said plant; of these specimens, I do not think, the flowers had opened, but they (at least some of them) afterwards produced fruit. I am also keeping another stalk with buds, which I shall carefully watch."

Dendrobium spec. One of the flowers of a very richly flowering stalk did not twine round its axil, as usual.

Laelia Perrini. In both flowers of a two-flowered inflorescence the pollinia in one of the anther cells were grown together, so as to form one big pollinium. Thus each flower showed three pollinia.

Calliopsis bicŏlor (fam. *Compositae*). The ligulate flowerets had their margins united so as to form a cup. All capitula of the plant were deformed in the same way.

Pentstemon campanulatus (fam. *Scrofularineae*) showed a quite regular flower (regular pelory).

Uroskinneria spectabilis (fam. *Scrofularineae*) produced a heptamerous flower instead of a pentamerous one.

Streptocarpus Rexi (fam. *Gesneraceae*). Of this flower Mr. Smith found a whole series of abnormal specimens.

The normal flower consists of a long tube widening upward with a 5-lobed limb, two lobes are turned upwards, three downwards; the colour is a light violet-blue, the middle one of the three inferior lobes marked with three, the lateral lobes with two dark stripes each; with these three lobes two normal stamens alternate, the three other stamens only consist of a

stalked small bud of the shape of a pin's head. The style terminates in a two-lobed stigma and is only rarely disturbed.

Deviations:

1° Tetramerous flower. Calyx-lobes 4, corolla-lobes 4, of which the two smaller ones are unstriped, the two larger ones are marked with three dark stripes. Between these the tube is split up a long way downwards (Fig. 31[a]). One of the margins of the fissure is bent inwards as far as the base of the lobe; along this margin and grown together with it, runs up a stamen with a disturbed anther (compare fig. 31[b] normal anther with fig. 31[c] abnormal anther).

Moreover there are three staminodes.

2° Hexamerous flowers. The two inferior lobes have each of them three dark stripes; alternating with these two and the adjoining ones, we find three normal stamens, besides three staminodes.

3° Double flower (Fig. 31[d]). Calyx-lobes 9, corolla-lobes 9, the three inferior ones (*a*, *b*, *c*) with three dark stripes, the two adjacent ones (*d*, *i*) with a small stripe each; *e* and *h* unstriped; the two superior ones (*t*, *g*) each with two dark stripes, *f* with an additional little stripe. With *i* and *a*, *a* and *b*, *b* and *c*, *c* and *d*, *f* and *g* normal stamens alternate; the other four are sterile. Two separate styles with fairly normal stigmas; a little downwards each style bears a branchlet bent downwards. The peduncle is flat, slightly grooved in front near the flower; at the back under the calyx in the middle there is a little bract, which runs a little way downwards so resembling a ridge. This case is a consequence of synanthy, predisposed by the not uncommon appearance of two flowers on one stalk.

4° Pentamerous flower (Fig. 31[e]). Two lobes with three dark stripes; between *a* and *b*, *b* and *c*, normal stamens; between *a* and *e*, *c* and *d* staminodes. Nothing between *d* and *e*. Calyx 4-dented.

5° Pentamerous flower. Calyx 5-dented. Three dark stripes on each corolla-lobe, 5 fertile stamens.

6° Calyx 5-dented; one of the teeth separate as far as the base; the four other ones grown together almost as far as the top, corolla *regular*, three stripes on each lobe 5 fertile stamens.

7° Tetramerous flower (fig. 31[f]), the two inferior lobes with two dark stripes; between them a normal stamen; between *a* and *d*, *c* and *b* a staminode, between *c* and *d* nothing.

8° Hexamerous flower. The middle one of the three inferior lobes with 3, the two adjacent ones with two stripes, between the three lobes two normal stamens; 4 staminodes.

Although the disturbances of these flowers are not of great importance, still one may gather from the careful observations just given the extent of the variability of some plants.

VI.

Fruits.

Citrus (Malayan: Djeroek). Inside the fruit a second much smaller one was enclosed.

Citrus decumana L, idem.

Both cases are of so frequent occurrence in different species of Citrus, as may be seen from the works of Masters and Penzig, that it seems needless to enter into greater detail.

Musa (Malayan: Pisang Radja). A beautiful instance of syncarpy is represented in fig. 32. The spots marked o represent longitudinal cavities. The same phenomenon frequently occurs, but on a much larger scale, in Menado-coffee.

Solanum Melongena (fig. 33). A preserved fruit bears a seed-bearing excrescence.

VII.

Polyembryony.

Cocos nucifera. During my stay at Buitenzorg Dr. W. Burck gave me a Cocoa-nut, which on examination was found to enclose two embryos, more or less grown together. Whether we have to do here with actual polyembryony, or with one

of the ovary-cells developing instead of as usual being absorbed, cannot be decided.

Coffea. Menado-coffee. In this variety polyembryony is of frequent occurrence; from Mr. William Kessler, coffee-planter at Tjampaka Warna near Garoet I received a number of beans enclosing two and three embryos, either free or cohering in various degrees. Full details were communicated in my paper on Coffee in „de Natuur" 1894, p. 193.

Amst. January 1895.

LIST OF THE FIGURES.

Pl. XII and XIII.

Fig. 1a. *Hernandia sonora*, L. normal leaf 1/6.

Fig. 1b. idem, leaf with stunted midrib, 1/4.

Fig. 2a. *Cocculus incanus*, normal leaf, 3/8.

Fig. 2b. idem, abnormal leaf, 3/8.

Fig. 3a. Unknown *Bignoniacea*, normal leaflet, 1/4.

Fig. 3b. idem, leaftet with stunted midrib, 3/10.

Fig. 4a. *Coscinium Blumeanum*, normal leaf, 1/3.

Fig. 4b. idem, abnormal leaf, 3/8.

Fig. 5a. *Vitis pallida*, normal leaf, 3/8.

Fig. 5b. idem, leaf split up; the right half produces a cup-shaped outgrowth, the left one also shows some enation, 3/8.

Fig. 5c. idem. Midrib of the foregoing leaf, in order to show the bifurcation of the midrib, 3/8.

Fig. 6. *Plumeria acutifolia*, Leaf with stalked pitcher, 1/4.

Fig. 7. *Anamirta Cocculus*, incompletely cup-shaped leaf, 1/5.

Fig. 8. *Amoora cucullata*, terminal leaflet normally cup-shaped at the base, 3/8.

Fig. 9. idem, one of the other leaftets with unequal base, 3/8.

Fig. 10. *Bauhinea rosea*, pitcher consisting of two leaftets, 1/2.

Fig. 11. *Jussiaea* spec. The two first leaves of a germinating plant grown together.

Fig. 12. *Salacia Buddinghii*, odd-shaped leaf.

Fig. 13a. *Pancratium caribaeum*, leaf with appendages.

Fig. 13b. idem. Transverse section.

Fig. 14. *Solanum* spec. Abnormal leaf, 1/4.

Fig. 15. *Cleghornia cymosa*, leaf with double apex, 2/5.

Fig. 16. *Thunbergia* spec., leaf with double apex, 1/3.

Fig. 17. *Hexacentris Mysorensis*, leaf with double apex, 1/2.

Fig. 18. *Centrosolenia bullata*, leaf with lateral excrescence, 2/5.

Fig. 19. *Connarus falcatus.* Terminal leaflet with double apex, 3/8.

Fig. 19*. I, II and III *Cubebe canina.* Shoot with leaves divided in various degrees.

Fig. 20a and 20b. *Glycosmis trifoliata* (?), incompletely developed leaves, 1/3.

Fig. 21a. *Calliandra* spec. Normal leaf, 1/3.

Fig. 21b and 21c incompletely differentiated leaves, 3/8.

Fig. 22. *Bignonia argyreia violacea*, various transitional modifications of the simple leaves to the trifoliolate, 1/2.

Fig. 23. *Bignonia venusta*, abnormal leaf.

Fig. 24. *Bignonia* spec. China, abnormal leaf.

Fig. 25a. *Hymenocallis senegambica*, shoot in the first stage of fasciation.

Fig. 25b. idem. Fasciation in a further stage, $^1/_2$.

Fig. 26. idem. Flowerstalk grown together with a leaf.

Fig. 27. Lateral view of the same, *a* point of divergence between stalk and leaf.

Fig. 28. *Anthurium cristallinum.* Double spatha, $^3/_4$.

Fig. 29. *Ledenbergia rosea aenea.* Fasciated inflorescence, $^1/_3$.

Fig. 30. *Musa* spec. abnormally lateral inflorescence.

Fig. 31*a—f.* *Streptocarpus Rexi.*
a. tetramerous flower, *b.* normal stamen, *c.* abnormal stamen, *d.* double flower, *e.* pentamerous flower, *f.* tetramerous flower, $^2/_3$.

Fig. 32. *Musa* (Pisang radja). Fruits grown together. $^1/_3$.

Fig. 33. *Solanum Melongena.* Fruit with seed-bearing excrescence at the base. $^3/_{20}$.

SUR LA MORPHOLOGIE DU BOURGEON

PAR

JEAN MASSART,

chargé de cours à l'Université de Bruxelles.

Avec deux planches XIV et XV.

I. La différenciation raméale chez les lianes.

Ce qui domine la morphologie, c'est l'expression anatomique de la division du travail: différenciation des organes, correspondant à la spécialisation des fonctions.

Beaucoup de lianes (Dilléniacées, Ménispermacées, Bignoniacées, Cucurbitacées, Passifloracées, etc.) ont leurs rameaux tous semblables; ces formes sont, sans doute, assez primitives. A côté d'elles, il en est un grand nombre d'autres qui présentent une division du travail nettement accentuée: certaines branches, longues et nues, ont pour fonction principale de conduire la liane vers des arbres voisins; nous donnerons à ces branches migratrices le nom de *sarments* (Langtrieb); — les feuilles et les fleurs naissent sur des rameaux beaucoup plus courts que nous désignerons sous le nom de *ramilles* (Kurztrieb); — quant à la fixation, elle est assurée chez les plantes volubles par les sarments; ailleurs, les organes d'attache (vrilles, crochets irritables, rameaux irritables et grappins) sont, à part quelques exceptions, portées par les ramilles [1]).

---

1) Je ne m'occupe pas ici des lianes à racines-crampons, dont la différenciation raméale a été fort bien décrite par M. H. Schenck, dans *Beiträge zur Biologie der Lianen*, p. 92. (*Schimper's* Botanische Mittheil. aus den Tropen, Heft 4, I. Theil. Jena 1892).

Pendant mon séjour à Buitenzorg, j'ai eu l'occasion de faire quelques observations sur la différenciation raméale, ou *hétérocladie*, dans la riche collection de lianes qui est réunie au Jardin botanique. Je me proposais surtout de rechercher, par la voie expérimentale, si l'on parviendrait à transformer en ramilles, des sarments adultes ou encore à l'état de bourgeon, — et à faire produire des sarments, par des ramilles ou par des bourgeons qui se développent d'ordinaire en ramilles.

A. Hétérocladie occasionnelle.

Ce serait une grave erreur de croire que dans tous les cas où l'on voit sur une espèce déterminée des branches migratrices nettement distinctes des ramilles, cette différenciation est toujours essentielle. Chez beaucoup de lianes, l'hétérocladie est occasionnelle et les caractères des rameaux sont déterminés par les circonstances extérieures. Bien plus, chez certaines espèces, elle est simplement *temporaire*: un bourgeon qui s'était développé en ramille, change tout à coup son mode de croissance, il s'allonge et acquiert tous les caractères d'un sarment. C'est, par exemple, ce qui se produit chez les *Bauhinia* et les genres voisins. Les sarments (Pl. XIV, fig. 1) portent à l'aisselle de leurs feuilles distiques, des ramilles avec une ou deux vrilles spirales. Mais il suffit d'enlever l'extrémité d'un sarment, pour que les ramilles distales s'allongent aussitôt en sarments. L'expérience réussit tout aussi bien avec des branches adultes dont les ramilles ont déjà donné des feuilles et des fleurs, qu'avec des éléments encore jeunes. La distinction entre sarments et ramilles est, en réalité, moins accentuée encore chez plusieurs Malpighiacées: *Aspidopterys hirsuta*, *Hiptage obtusifolia*, (Pl. XIV, fig. 2) *H. acuminata*, *H. javanica*, *H. lancifolia*. Les sarments volubles portent, à la base, des feuilles bien développées, et plus haut, des feuilles réduites à des écailles; toutes ont plusieurs bourgeons axillaires. Ceux-ci commencent toujours par donner des branches feuillées qui ne tardent pas à se ramifier et qui se couvrent de fleurs; elles ont l'aspect de ramilles bien

caractériseés et semblent ne pas pouvoir se confondre avec les longs sarments dénudés. Néanmoins, dès que les conditions l'exigent, elles s'allongent énormément et deviennent des sarments. De même, il n'est pas rare qu'un sarment qui n'a pas trouvé de support propice à l'enroulement, se remette à former des feuilles assimilatrices; et l'on voit alors un bouquet de feuilles se balancer au bout d'un long fouet.

Les sarments de *Dalbergia littoralis*, *D. congesta* et *D. Zollingeriana* portent des feuilles plus on moins réduites, et à leur aisselle, des bourgeons qui se développent en ramilles; celles-ci sont sensibles au contact et s'enroulent, comme des vrilles, autour d'un support [1]). Lorsqu'on coupe l'extrémité d'un jeune sarment, les bourgeons distaux, au lieu de former des ramilles enroulables, donnent des sarments qui s'allongent beaucoup. Si l'amputation se fait au dessus d'une ramille déjà vieille et complètement développée, le sarment de remplacement naît aux dépens d'un des bourgeons latéraux de la ramille.

Chez le *Luvunga eleutherandra* (Rutacées), les sarments portent des feuilles assimilatrices; (dans les figures 15*a*, 15*b* et 15*c* de la planche XV, ces feuilles ont été négligées). Chacune de ces feuilles possède deux bourgeons sériés, dont l'inférieur se développe toujours, tandis que le second reste en général latent. Ainsi que le fait remarquer M. Treub [2]), le premier bourgeon axillaire des feuilles inférieures forme d'ordinaire une petite épine droite ou à peine recourbée; plus haut sur le sarment, ce sont des crochets irritables. Quand un jeune sarment est décapité, les premiers bourgeons des feuilles distales s'accroissent, non en ramilles crochues, mais en sarments (Pl. XV, fig. 15*b*). Si l'amputation porte sur un sarment dont les ramilles latérales ont acquis leur complet développement, le sarment de remplace-

---

1) Dans les marécages littoraux de Tandjong-Priok, (près de Batavia), j'ai remarqué à plusieurs reprises que les sarments de *D. littoralis* sont eux-mêmes volubles; ils décrivent autour des rachis de *Nipa fruticans*, des spires dont les tours sont distants de 35 à 40 centimètres.

2) *M. Treub. Sur une nouvelle catégorie de plantes grimpantes.* Ann. du Jard. bot. de Buitenzorg, vol. III, p. 66. 1882.

ment naît du second bourgeon axillaire (Pl. XV, fig. 15*a*). Mais il peut se faire aussi qu'il naisse aux dépens d'un des bourgeons qui se trouvent aux aisselles des feuilles réduites de la ramille. C'est ce que représente la figure 15*c*: un long sarment, après avoir été attaché à un arbre voisin, avait été brisé et arraché de son support; il pendait maintenant la tête en bas: le nouveau sarment s'est formé, non par l'accroissement du second bourgeon axillaire, mais d'un bourgeon situé sur un crochet qui avait déjà porté des fleurs. — Quant aux inflorescences, elles peuvent naître soit aux dépens du bourgeon axillaire supérieur, soit encore sur une ramille adulte [1]).

Ainsi qu'on le voit, la distinction entre les sarments et les ramilles (épines on crochets) de *Luvunga*, est loin d'être aussi profonde qu'elle paraît l'être au premier abord. Ajoutons pourtant, que dans la majorité des cas, les ramilles naissent du bourgeon axillaire inférieur et portent les inflorescences, tandis que le bourgeon axillaire supérieur donne un sarment. Mais la spécialisation de ces bourgeons sériés n'a pas encore acquis la rigidité que nous lui trouverons chez les lianes à hétérocladie essentielle.

Il se passe quelque chose d'analogue chez les lianes du genre *Strychnos*. Les sarments possèdent des feuilles opposées, généralement réduites, dont les bourgeons axillaires donnent les ramilles; ces dernières portent, outre les crochets irritables, des feuilles et des fleurs. Mais les bourgeons de toutes les paires de feuilles ne se développent pas en ramilles: entre deux paires successives de ramilles, il reste, tant chez les espèces du Brésil [2]) que chez celles de Java, de une à trois paires de feuilles dont les bourgeons demeurent latents; ceux-ci peuvent donner des sarments. Pourtant il arrive aussi que de nouveaux sarments se forment par l'allongement d'une ramille déjà adulte.

Les *Strychnos* ont donc, à l'aisselle de feuilles différentes, des bourgeons — encore peu distincts, à la vérité, — dont

---

1) L'exemplaire sur lequel j'ai fait ces observations, se trouvait dans la forêt vierge de Tjibodas.

2) H. Schenck, *l. c.* p. 226.

les uns donnent des ramilles, les autres, des sarments. Nous rencontrerons parmi les lianes dont la différenciation raméale est essentielle, des exemples dans lesquels la prédestination des bourgeons qui naissent auprès des diverses feuilles est très étroitement fixée.

Certaines Apocynocées de la tribu des Carissées, les *Willughbeia* et les *Landolphia* [1]) ont une ramification sympodiale des plus curieuses. Chaque article du sarment se termine en une vrille ramifiée [2]). Chez le *W. firma* (Pl. XV, fig. 14), les articles portent quatre ou cinq paires de feuilles opposées, bien développées; les articles du *W. javanica* ont de quatre à cinq paires de feuilles très réduites; ceux du *W. sp.* de Lampong et de *Landolphia* (?) *Watsoni* ont trois paires de feuilles écailleuses. Chez toutes ces espèces, les vrilles ont des feuilles alternes, trés réduites.

Le sarment se prolonge par un nouvel article, semblable au premier; il naît du bourgeon de l'une des deux feuilles qui sont situées immédiatement en dessous de la portion cirriforme (Pl. XV, fig. 14). Le sarment se trouve donc constitué par une suite sympodiale d'articles placés bout-à-bout et terminés chacun par une vrille. Quant aux ramilles, elles se forment aux dépens du bourgeon axillaire des autres feuilles du sarment; elles sont garnies de feuilles assimilatrices opposées et se terminent en une inflorescence dont les bractées sont alternes, tout comme les écailles de la vrille. Les ramilles portent, en général, le même nombre de paires de feuilles que les articles du sarment. Leur ramification se fait en cyme bipare, tandis que le sarment est formé par un sympode en cyme unipare.

---

1) La plante qui est cultivée à Buitenzorg sous le nom de *Landolphia Watsoni*, appartiendrait d'après M. Dewèvre (*Les caoutchoucs africains*, dans Annales de la Société scientifique de Bruxelles, t. XIX, 2de partie, 1895. P. 57 du tiré-à-part) à un autre genre. Des *Landolphia* africains cultivés au Jardin botanique de Bruxelles, présentent la même ramification sympodiale que les *Willughbeia*. Il en est de même, d'après M. Schenck (*l. c.* p. 246), du genre *Carpodinus*.

2) Cet organe de fixation, qui porte des feuilles réduites, est trop spécialisé pour qu'on l'appelle un rameau enroulable (comme ceux des Hippocratéacées, par exemple); **mais il n'a pas atteint le stade de vrille typique.**

Les plantules de *W. sp.* de Lampong donnent après les cotylédons, des pairs de feuilles qui sont en partie assimilatrices: d'ordinaire, l'une des deux feuilles de chaque paire reste rudimentaire, de sorte que les feuilles paraissent alternes. L'axe primaire finit parfois en vrille; ailleurs, son extrémité s'atrophie et la première vrille termine un rameau latéral, dont les feuilles, comme celles de l'axe primaire, sont en partie vertes. Plus haut, toutes les feuilles se réduisent et les rameaux prennent l'aspect de sarments typiques.

A première vue, il semble que le bourgeon situé à l'aisselle d'une des deux feuilles supérieures, soit seul capable de continuer le sarment, tandis que tous les autres paraissent ne pouvoir donner que des ramilles. L'expérience prouve pourtant qu'il n'en est rien. Chaque fois qu'on détruit le jeune article en voie de croissance, on voit le bourgeon de la seconde feuille supérieure remplacer le membre amputé. Si l'on enlève les deux feuilles supérieures avec leurs bourgeons, le nouvel article du sarment se forme à l'aisselle d'une autre feuille. Sur une branche vigoureuse, on peut répéter l'expérience plusieurs fois de suite: on coupe le jeune article, un nouveau se forme auprès de l'autre feuille de la paire distale; — on détruit ce dernier: il en pousse un troisième à l'aisselle d'une des feuilles situées immédiatement en dessous; — on peut encore enlever celui-ci et forcer le bourgeon de l'autre feuille de cette paire, à s'accroître à son tour en un article de sarment.

Chez les *Willughbeia*, l'expérience ne réussit que pour autant que les bourgeons n'aient pas encore commencé leur développement en ramilles. Mais chez le *Landolphia* (?), elle peut se faire même avec des ramilles adultes: l'un des articles de celles-ci, au lieu de donner une inflorescence, se termine alors en vrille, et sous cette dernière on voit naître un article ordinaire de sarment.

Il y a donc, dans l'appareil végétatif des *Landolphia* (?), trois sortes de bourgeons. Une seule d'entre elles a une destinée immuable: ce sont les bourgeons qui occupent l'aisselle des feuilles alternes et qui ne produisent jamais que des rameaux

de la vrille; les deux autres sortes de bourgeons, qui se trouvent auprès des feuilles opposées des sarments et des ramilles, peuvent donner, suivant les cas, l'une ou l'autre de ces formes. Chez les *Willughbeia*, la spécialisation a fait un pas de plus, en ce sens que les bourgeons axillaires des feuilles des ramilles, produisent nécessairement des ramilles: les bourgeons axillaires des feuilles du sarment sont les seules qui ne soient pas différenciées.

Dans les divers cas d'hétérocladie occasionnelle que nous venons d'examiner, la différenciation est non seulement déterminée par les conditions extérieures, mais de plus, elle est temporaire: une portion de branche qui a pris les caractères d'une ramille, peut encore, si les circonstances l'exigent, développer en sarment son bourgeon terminal ou l'un de ses bourgeons latéraux [1]). Chez les *Willughbeia* et chez les espèces que nous allons maintenant passer en revue, la différenciation, tout en restant occasionnelle, est devenue *permanente*: on peut forcer chaque bourgeon encore jeune à suivre telle voie de l'évolution ou telle autre, mais on n'a plus aucune action sur un bourgeon déjà éclos; une fois que la branche s'est spécialisée en sarment ou en ramille, il n'est plus possible de modifier ses caractères.

C'est ce qui se voit chez l'*Acacia pluricapitata*, et chez les Anonacées des genres *Uvaria*, *Unona*, *Oxymitra* et *Melodorum*. Les feuilles des sarments ont plusieurs bourgeons axillaires disposés en série; à chaque feuille, le premier bourgeon qui se développe devient une ramille irritable et enroulable. Si on enlève à un long sarment toutes ses ramilles, ou voit les autres bourgeons, qui en général restent latents, s'accroître en ramilles semblables aux premières. Si, au contraire on décapite le sarment, ces bourgeons donnent de nouveaux sarments. Mais jamais un sarment adulte ne reprend l'aspect d'une ramille, ni une ramille adulte, celui d'un sarment.

---

1) Disons toutefois que la transformation d'un sarment en une ramille n'a été observée que chez quelques Malpighiacées.

Il en est de même pour certaines plantes à sarments volubles: Gnétacées (*Gnetum sp. div.*), Malpighiacées (*Heteropterys anoptera*, *Hiptage modablata* [1]), Combrétacées (*Quisqualis*, *Combretus*), Mélastomacées (*Marumia*), Verbénacées (*Sphenodesma*), Cornacées (*Alangium*). Les sarments ont plusieurs bourgeons sériés à l'aisselle de chaque feuille; ceux-ci peuvent donner indifféremment des ramilles ou des sarments. Chez le *Quisqualis indica*, les deux sortes de branches se distinguent non seulement par leur mode de vie, mais encore par les crochets, dérivés de la base des pétioles foliaires, que porte le sarment [2]) (Pl. XIV, fig. 3).

B. Hétérocladie essentielle.

Nous arrivons aux exemples dans lesquels la différenciation raméale, d'abord nulle, puis flottante et indécise, a fini par s'incruster profondément dans l'organisation et n'est plus du tout influencée par les facteurs externes. Chaque bourgeon qui naît sur le point végétatif a une destinée fixe et immuable: tel bourgeon ne peut devenir qu'un sarment (*bourgeon sarmentaire*); tel autre doit fatalement se développer en ramille (*bourgeon ramillaire*).

Les sarments seuls possèdent les deux sortes de bourgeons, tantôt sériés à l'aisselle de chaque feuille, tantôt disposés à l'aisselle de feuilles différentes. Les ramilles ne portent que des bourgeons ramillaires.

Sur le jeune sarment, apparaissent d'abord les ramilles qui se garnissent de feuilles et de fleurs et qui donnent à leur tour des ramifications courtes. L'ensemble des ramilles ne sert qu'à la nutrition et à la reproduction. Pour s'étaler au loin et atteindre ainsi d'autres soutiens, l'individu doit maintenant produire de nouveaux sarments, qui naissent des bourgeons restés latents.

C'est sur les lianes de ce groupe que j'ai fait le plus grand nombre d'expériences; toutes avaient pour objet de forcer les

---

1) Nous avous ou, plus haut, que d'autres *Hiptage* out de l'hétérocladie temporaire.

2) M. Treub, *Observations sur les plantes grimpantes du Jardin botanique de Buitenzorg*. Ann. du Jard. bot. de Buitenzorg, Vol. III, 1883.

bourgeons à produire des rameaux différents de ceux qu'ils auraient formés s'ils avaient été abandonnés à eux-mêmes. Des sarments longs et vigoureux, en pleine croissance, étaient décapités et privés de tous les bourgeons sarmentaires: les ramilles se garnirent de feuilles et de fleurs, mais jamais, sur aucune d'elles, il ne se forma de branches migratrices. D'autres sarments des mêmes espèces, furent décapités et débarrassés sur toute leur étendue des ramilles et des bourgeons ramillaires. Dans la grande majorité des cas, quelques uns des bourgeons sarmentaires distaux s'accroissaient en sarments, mais le sarment qui était soumis à l'expérience restait nu et dépouillé. Chez trois espèces seulement, *Ventilago maderaspatana*, *Berchemia floribunda* [1]) et *Embelia Ribes*, les bourgeons sarmentaires supérieurs donnèrent des branches beaucoup plus courtes et couvertes de feuilles.

J'ai fait aussi des expériences de bouturage avec des portions de ramilles. Il s'agissait de voir si les jeunes exemplaires ainsi formés et ne portant au début que des bourgeons ramillaires, seraient capables de se compléter par la formation de sarments. Malheureusement, lorsque je quittai Buitenzorg en février 1895, les boutures faites en août 1894 avaient à peine des racines; nulle part on n'appercevait la moindre jeune pousse. M. Smith jr. sous-chef des cultures au Jardin botanique, auquel je suis très reconnaissant des soins qu'il a prodigués à ces boutures, a bien voulu se charger de poursuivre les observations. Il m'écrit, à la date du 6 juin 1895, que plusieurs boutures se mettent à croître.

Voyons maintenant comment se presénte au point de vue morphologique, l'hétérocladie essentielle.

1. *Les bourgeons, sarmentaire et ramillaire, sont sériés à l'aisselle des mêmes feuilles.*

---

1) La plante qui est cultivé à Buitenzorg sous ce nom possède des ramilles enroulables. Il me semble probable que c'est la même que celle qui est étiquetée comme *Ventilago maderaspatana*. Du reste, M. Scheuck (*l. c.* p. 220) met en doute que le *B. floribunda* ait des rameaux irritables.

Des divers bourgeons qui occupent l'aisselle d'une feuille, c'est tantôt l'inférieur qui est ramillaire et se développe le premier, tantôt le supérieur.

A la première catégorie appartiennent *l'Embelia Ribes* (Myrsinacées), diverses Rhamnacées et Hippocratéacées, le *Plagiopteron fragrans*[1]) (Tiliacées), le *Villarezia scandans* (Icacinacées) et les *Artabotrys* (Anonacées).

L'Embelia Ribes est une liane grappinante[2]). Elle ne possède pas de moyens de fixation spéciaux et s'accroche simplement par ses ramilles qui forment avec le sarment un angle aigu ouvert vers la base du sarment. Celui-ci a de petites feuilles bientôt caduques. Les bourgeons sarmentaires peuvent donner des ramilles.

Les Rhamnacées: *Rhamnaea sp.* d'Amboine et *Rhamnaea sp.* de Bantam, *Ventilago maderaspatana* et *Berchemia floribunda* (?) ont des sarments pourvus de feuilles assimilatrices et des rameaux enroulables. L'expérience a montré que les bourgeons sarmentaires de *V. maderaspatana* et de *B. floribunda* (?) peuvent se développer en rameaux courts; malheureusement, dans les conditions où se fait l'expérience, je n'ai pas pu m'assurer si ces rameaux sont irritables.

Faisons remarquer en passant que les deux seules espèces qui aient présenté de la transformation de bourgeons sarmentaires en ramilles, sont des lianes peu spécialisées. Le genre *Ventilago*, présente dans ses diverses espèces, des modes d'attache très différents[3]); chez une espèce cultivée à Buitenzorg, le *V. oblongifolia*, les sarments se distinguent à peine des ramilles et celles-ci ne sont pas enroulables. Parmi les *Embelia*, l'*E. javanica*, que j'ai récolté dans la forêt vierge de Tjibodas, n'offre qu'une hétérocladie peu nette.

Les Hippocratéacées sont également des lianes à rameaux

---

1) Cultivé à Buitenzorg sous le nom de *Xeroglottis fragrans*. Je dois la détermination exacte à M. Boerlage.

2) Nous désignons sous le terme de »lianes grappinantes", celles que M. Schenck *l. c.* réunit sous le nom de Spreizklimmer.

3) H. Schenck, *l. c.* p. 230.

enroulables [1]). Les sarments portent des feuilles généralement réduites. Les plantules des *Salacia polyantha*, *S. pomifera*, *S. melitocarpa*, *S. oblonga*, *S. reticulata*, *S. ovalis*, *S. rugosa* et *S. Roxburghii*, donnent après les cotylédons hypogés, quelques feuilles réduites, et plus haut, une longue suite de feuilles vertes. Ces feuilles assimilatrices de l'axe primaire se produisent même chez des espèces dont les sarments n'ont jamais que des écailles. L'axe primaire n'est donc pas spécialisé en sarment; il n'a pas non plus les caractères d'une ramille, car il n'est pas irritable et ses entrenœuds sont beaucoup plus longs.

Chez les *Salacia* (Pl. XIV, fig. 5) chaque feuille du sarment n'a que deux bourgeons axillaires; celles des *Hippocratea Grahami*, *H. Glaga* et *H. indica*, en ont jusque quatre (Pl. XIV, fig. 4). La ramille enroulable qui naît du bourgeon ramillaire d'*H. Grahami* porte, comme le sarment, des feuilles réduites à des écailles. A l'aisselle de celles-ci se forment de nouvelles ramilles, non enroulables, mais pourvues de feuilles vertes et de fleurs. On voit que chez cette espèce, les ramilles sont elles-aussi différenciées: les unes sont les appareils de fixation; les autres portent les organes de l'assimilation et de la reproduction.

Le *Plagiopteron fragrans*, à ramilles enroulables, et le *Villarezia scandens*, la seule plante voluble à hétérocladie essentielle, ne présentent rien de particulier.

Les ramilles des *Artabotrys* (Pl. XIV, fig. 7) portent une ou plusieurs crochets irritables. Les plantules d'*A. Blumei* ont une première paire de feuilles opposées (cotylédons?); puis des feuilles vertes avec un seul bourgeon axillaire; enfin, des feuilles qui elles aussi sont vertes, contrairement à celles du sarment, mais qui ont deux bourgeons axillaires: le premier se développe en une ramille à feuilles distiques, qui ne diffère des ramilles de l'individu adulte que par l'absence de crochets; le bourgeon inférieur forme un sarment typique, avec des feuilles réduites.

1) Chez les *Salacia longifolia*, *S. oblonga* et *S. melitocarpa*, les ramilles ne sont pas irritables; pourtant les sarments s'en distinguent nettement par la réduction qu'ont subies leurs feuilles. Ces espèces sont-elles les ancêtres ou les descendantes de celles qui ont les ramilles enroulables?

Sur les sarments d'*Uncaria* et de *Zizyphus*, c'est le bourgeon supérieur de chaque feuille qui devient la ramille. Lorsque le bourgeon inférieur s'accroît, la jeune sarment doit se glisser à côté de la ramille qui lui est superposée.

Les *Uncaria* ont des ramilles pourvues de crochets irritables. Les sarments d'*U. sclerophylla* sont pourvues de feuilles assimilatrices, tandis que ceux d'*U. ovalifolia* et *U. acida* ne portent que des écailles. (Pl. XIV, fig. 8).

Les *Zizyphus* [1]) sont des lianes grappinantes à épines stipulaires. Les *Z. sp.* de Lampong et *Z. sp.* de Bangka, ont des sarments dont les feuilles, à limbes très réduits, consistent surtout en deux stipules épineuses, recourbées vers le bas. Sur les ramilles, les feuilles sont distiques; la stipule dirigée vers le ciel est herbacée mais très petite; celle qui regarde le bas est crochue et dure (Pl. XIV, fig. 9). Chez le ***Z.*** *sp.* de Timor, les feuilles des ramilles ont les deux stipules épineuses: la supérieure est droite; l'inférieure est crochue.

Il faut peut-être faire une catégorie spéciale pour l'*Olax sp.* de Bangka. (Pl. XV, fig. 12*a* et 12*b*). Les feuilles des sarments sont bien développées. Quelques unes d'entre elles possédent un bourgeon ramillaire, et sous celui-ci, un peu déjeté de côté, un bourgeon sarmentaire (Pl. XV, fig. 12*b*). Quant aux autres feuilles, elles ne portent qu'un seul bourgeon. Je n'ai jamais vu ce bourgeon se développer; il me paraît toutefois probable qu'il peut donner naissance à un sarment. Nous aurions donc sur le sarment de l'*Olax*, outre les feuilles à bourgeons — ramillaire et sarmentaire — sériés, d'autres feuilles qui ne possèdent qu'un bourgeon sarmentaire unique.

---

2. *Les bourgeons, sarmentaire et ramillaire, sont disposés à l'aisselle de feuilles distinctes.*

---

1) Le *Z. Œnoplia*, que j'ai récolté à l'île Ketapang, près de l'extremité orientale de Java, présente une hétérocladie peu nette.

Nous avons déjà vu plus haut des lianes à hétérocladie occasionnelle dont les bourgeons, isolés auprès de chaque feuille du sarment, donnent tantôt une ramille, tantôt un sarment (*Willughbeia* et *Landolphia?*). Occupons nous maintenant des espèces chez lesquelles la destinée de ces bourgeons a été fixée d'une manière immuable par l'hérédité. Nous ne rencontrons parmi elles qu'un groupe de lianes grappinantes appartenant aux Rubiacées: *Randia scandens* et *R. longispina*, *Griffithia latifolia*, *G. fragrans*, *G. acuminata* et *G. eucantha*; *Gardenia curvata*; enfin, un *Psychotria sp.* de Bangka. Il faut y ajouter le curieux genre *Ancistrocladus* (voisin der Diptérocarpacées), qui s'attache au moyen de crochets irritables.

Le sarment des Rubiacées (Pl. XV, fig. 10 et 11) porte près de la base quelques paires de feuilles dont le bourgeon ne peut se développer qu'en sarment; plus haut, une ou deux paires de feuilles à bourgeon ramillaire; puis, deux paires à bourgeon sarmentaire; puis de nouveau deux paires à bourgeon ramillaire et deux paires à bourgeon sarmentaire, et ainsi de suite jusqu'au sommet [1]). Les ramilles portent des épines crochues, non irritables, qui assurent la fixation. Chez le *Randia scandens* (Pl. XV, fig. 11) les feuilles des sarments sont vertes; des deux paires de feuilles à bourgeon sarmentaire, l'inférieure est insérée très près des feuilles à bourgeon ramillaire. Chez le *Gardenia curvata* (Pl. XV, fig. 10), le sarment et la portion proximale, réfléchie, des ramilles, ne porte que des feuilles réduites.

Peu de végétaux ont un appareil végétatif dont la morphologie soit aussi compliquée que celui des *Ancistrocladus pinangianus* et *A. Vahlii*. La différenciation des organes est beaucoup moins accusée, — et la structure est partant moins complexe, — chez d'autres espèces, telles que l'*A. Heyneanus*, dont M. Gilg [2]) donne une figure (d'après Thwaites).

---

1) J'ai recueuilli dans la brousse d'Astana-Gedeh, près de Buitenzorg, des sarments de *Randia scandens*, sur lesquels les feuilles à bourgeon ramillaire et les feuilles à bourgeon sarmentaire étaient disposées sans aucun ordre.

2) E. Gilg, *Ancistrocladaceæ* dans *Engler und Prantl*: Die natürlichen Pflanzenfamilien. III. Teil, 6. Abteilung, p. 274.

M. Gilg décrit le sarment d'*Ancistrocladus* comme un sympode. M. Treub, à l'opinion duquel nous ne pouvons nous rallier, le décrit comme un monopode [1]). Nous croyons devoir le considérer comme constitué par un sympode dont chaque article se termine en un crochet, tout comme les vrilles des *Willughbeia* sont les bouts supérieurs des articles d'un sympode. Chez eux, comme chez les *Ancistrocladus*, la région terminale est recourbée en dehors, et les longs sympodes de ces plantes fonctionnent comme s'ils étaient formés d'un axe unique qui porterait latéralement les organes de préhension. Mais la morphologie n'a pas à s'occuper du fonctionnement: elle a pour objet d'établir la phylogénie des organes, de même que la systématique cherche à déterminer la filiation des organismes.

Le schéma ci-joint fera comprendre la structure morphologique des *A. Vahlii* et *A. pinangianus*.

Chacun des articles qui entrent dans la composition du sarment, ne lui appartient que dans sa région proximale,tandis que sa partie distale forme la base de l'appareil de fixation. Sur la portion proximale, dressée, se trouvent deux feuilles, qui sont vertes et persistantes chez l'*A. pinangianus* (Pl. XV, fig. 13), mais caduques chez l'*A. Vahlii*. La feuille inférieure (F^1) possède un seul bourgeon, la seconde (F^2) en possède trois, disposés en série. De ces quatre bourgeons, le médian de la seconde feuille se développe aussitôt pour prolonger le sarment; les trois autres sont, eux aussi, des bourgeons sarmentaires, ainsi que le démontre l'expérience, mais ils n'éclosent que si le nouvel article de sarment a éprouvé un accident. Sur la portion distale, crochue, de l'article, il y a

1) M. Treub, *Une nouvelle catégorie* etc. p. 55.

toute une touffe de petites feuilles très réduites et dépourvues de bourgeon, qui occupent l'extrême pointe; (ces feuilles ont été négligées dans le dessin); il y a, en outre, une feuille très réduite, mais qui ne manque jamais (F^3). Celle-ci est pourvue de deux bourgeons sériés: l'un qui s'accroît tout de suite et qui prolonge l'appareil préhensile; l'autre, situé au dessus du premier, qui ne peut se développer qu'en rameau feuillé. L'article préhensile suivant, né du bourgeon inférieur de la feuille F^3, porte deux feuilles réduites, pourvues de bourgeons, et en plus, quelques feuilles sans bourgeons qui garnissent la pointe du crochet; (elles ne sont pas, non plus, représentées dans le dessin). Le bourgeon unique de la feuille inférieure (f^1), est celui qui dans la majorité des cas, donne naissance au rameau feuillé; des deux bourgeons sériés de la feuille supérieure (f^2), l'un ne tarde pas à former un nouvel article crochu, tandis que l'autre ajourne son développement jusqu'à ce que la destruction éventuelle du rameau feuillé l'oblige à son tour à s'accroître en rameau feuillé. Les articles préhensiles suivants ont la même structure que celui-ci, sauf que le bourgeon unique de la feuille φ^1 et le second bourgeon de la feuille φ^2, ne se développent que si les circonstances l'exigent.

Nos deux espèces d'*Ancistrocladus*, ont donc trois sortes de bourgeons (non compris les bourgeons de l'inflorescence qui naissent sur les rameaux feuillés): les uns, sarmentaires, qui occupent les aisselles des feuilles F^1 et F^2; les autres, qui donnent les rameaux feuillés, et qui se trouvent auprès des feuilles F^3, f^2, φ^2...., ainsi qu'auprès des feuilles f^1, φ^1....; les derniers, qui forment les articles de l'appareil préhensile, et qui se trouvent, avec les seconds, à l'aisselle des feuilles F^3, f^2, φ^2.... Les nombreuses expériences que j'ai faites sur les *Ancistrocladus* n'ont jamais amené la formation, aux dépens de ces bourgeons, de rameaux auxquels ils n'étaient pas destinés. M. Treub [1]) décrit toutefois des sarments qui sont nés par allongement d'un rameau feuillé.

---

1) M. Treub, *l. c.* p. 58.

RÉSUMÉ.

Beaucoup de lianes ont, à l'état adulte, des rameaux de deux sortes. Les *sarments* sont très longs et souvent dépourvus de feuilles vertes; ils ont pour fonction d'aller chercher au loin de nouveaux supports. Les *ramilles*, généralement raccourcies, naissent sur les sarments; elles portent les feuilles et les fleurs.

Les organes d'attache sont, chez les plantes volubles, les sarments eux-mêmes. Ailleurs, ils sont presque toujours sur les ramilles; chez les *Willughbeia* et les *Ancistrocladus*, dont les sarments ont une structure sympodiale, les appareils de préhension terminent chacun des articles du sympode. (Fig. 13 et 14).

Dans les cas où la différenciation des rameaux est le plus accusée, chaque bourgeon a une prédestination immuable. Le plus souvent, chaque feuille du sarment porte à son aisselle plusieurs bourgeons sériés; celui qui se développe le premier, forme une ramille. (Fig. 4 à 9). Chez d'autres plantes, les bourgeons qui donnent les sarments et ceux qui donnent les ramilles, occupent l'aisselle de feuilles distinctes. (Fig. 10, 11 et 13).

Nous aurons l'occassion de revenir sur la spécialisation des bourgeons, dans un travail sur les rameaux dorsiventraux.

EXPLICATION DES FIGURES.

Toutes les figures représentent des portions de sarments.

r = ramille ou bourgeon ramillaire. s = bourgeon sarmentaire.

Pl. XIV.

Fig. 1. *Lasiobema piperata*, $^2/_3$.
Fig. 2. *Hiptage obtusifolia*, $^2/_3$.
Fig. 3. *Quisqualis indica*, $^2/_3$
Fig. 4. *Hippocratea Grahami*, $^2/_3$
Fig. 5. *Salacia macrophylla*, $^2/_3$.
Fig. 6. *Rhamnœa sp.* d'Amboine, $^2/_3$.
Fig. 7. *Artabotrys Blumei*, $^1/_3$.
Fig. 8. *Uncaria acida*, $^2/_3$.
Fig. 9. *Zizyphus sp.* de Lampong, $^2/_3$.

Pl. XV.

Fig. 10. *Gardenia curvata*, $^1/_3$.
Fig. 11. *Randia scandens*, $^1/_3$.
Fig. 12*a*. *Olax sp.* de Bangka, $^1/_4$.
Fig. 12*b*. *Olax sp.* de Bangka, $^2/_3$.
Fig. 13. *Ancistrocladus pinangianus*, $^1/_3$.
Fig. 14. *Willughbeia firma*, $^1/_4$.
Fig. 15. *Luvunga eleutherandra*, $^1/_4$.

ÜBER BUNTE LAUBBLÄTTER.
EIN BEITRAG ZUR PFLANZENBIOLOGIE II.

VON

E. STAHL.

EINLEITUNG.

Die grüne Farbe ist bei Laubblättern und anderen, die Funktion der Kohlenstoff-Assimilation verrichtenden, Pflanzenteilen die weitaus vorherrschende. Doch fehlt es schon in der heimischen Pflanzenwelt nicht an Ausnahmen der erwähnten Regel, da die jugendlichen, in Entfaltung begriffenen Sprosse nicht weniger Pflanzen, die Blätter noch zahlreicherer Arten, im Herbst, in oft intensiver Rotfärbung prangen. Weniger häufig sind die Fälle, wo die Blattspreiten auch im ausgebildeten Zustande durch hellgraue oder dunkele Flecken auf grünem Grunde ausgezeichnet sind. In viel höherem Grade ausgeprägt als bei den bescheidenen einheimischen Formen ist die Buntheit des Laubblattes bei zahlreichen tropischen Pflanzen, die durch Intensität des Colorits und Mannigfaltigkeit der Farbentöne mit den farbenprächtigsten Blumen wetteifern.

Die anatomischen und optischen Grundlagen der vom grün abweichenden Färbungen sind wiederholt Untersuchungsgegenstand gewesen, auch hat es nicht an teils gelungenen, teils missglückten Versuchen gefehlt, jene Abweichungen von der Regel zu erklären, den Grund des abweichenden Verhaltens mit

den Verrichtungen der Organe in Zusammenhang zu bringen. Seit mehreren Jahren habe ich mich, mit Unterbrechungen, dem Studium der bunten Assimilationsorgane gewidmet und bin zu den im Folgenden mitzuteilenden Ergebnissen gelangt, von denen ich die einen wohl als sicher feststehend betrachten darf, während andere mehr erschlossen als bewiesen, noch der bisher vergebens erstrebten directen experimentellen Begründung ermangeln. Wenn ich die letzteren dennoch mitteile und auch einzelne Aeusserungen rein hypothetischer Natur nicht unterdrücke, so glaube ich dadurch der Weiterforschung auf diesem noch wenig cultivierten Gebiet der Blattbiologie Vorschub zu leisten.

Das Auftreten von nichtgrünen Farbentönen an Laubblättern, welches meist nur bei einzelnen Pflanzenarten vorkommt und dieselben in der sonst grünen Pflanzendecke um so mehr dem Auge bemerkbar macht, wird, je nach dem Standpunkte und dem Interessenkreis des einzelnen Forschers, *à priori* eine verschiedene Beurteilung erfahren. Der eine wird geneigt sein das optische Verhalten vielleicht blos als bedeutungslose Begleiterscheinung von nach anderen Richtungen hin wichtigen stofflichen Eigenschaften zu betrachten; ein anderer, der seine Beobachtungen mit Vorliebe an den Pflanzen in ihrer natürlichen Umgebung ausführt und hierbei gelernt hat, dass selbst die unscheinbarsten Dinge oft nützlich, nicht selten für das Bestehen des Organismus durchaus notwendig sind, wird dagegen bestrebt sein, die Rolle jeder auch noch so kleinen Eigentümlichkeit in Gestalt, Färbung, Geruch und Geschmack zu prüfen und in seiner etwaigen Verrichtung und Bedeutung zu erkennen. Gewiss gibt es, um bei der Färbung von Pflanzenteilen zu bleiben, Gebilde, deren optisches Verhalten man nur als eine bedeutungslose Begleiterscheinung von nach anderer Seite wichtigen Eigenschaften betrachten darf, so die braune Farbe der im Inneren der Gewebe verborgenen Sclerenchymfasern der Farne, die gelbe Farbe vieler sclerotischen Zellen u. s. w. Auch das gelegentliche Auftreten roter Farbstoffe im Zellsaft der verschiedensten Pflanzenzellen dürfte in manchen

Fällen ganz belanglos sein. Aber ebenso unabweisbar ist die Annahme, dass der Organismus sich Eigenschaften seiner Teile — in unserem Fall des roten Vacuoleninhalts — die anfangs ganz nebensächlich sein mochten, nach gewissen Richtungen nutzbar zu machen gewusst und aus indifferenten Anlagen nützliche, ja schliesslich unentbehrliche Einrichtungen entwickelt habe.

Wenn es darauf ankommt, die Bedeutung roter oder heller Färbungen von Vegetationsorganen zu erkennen, so wird man Aussicht haben, am ehesten zum Ziele zu gelangen durch die Untersuchung der ausgeprägtesten Fälle, die dann sicher nicht ermangeln werden Licht auch auf die weniger characteristischen zu werfen.

Für die vom reinen grün abweichenden Färbungen hat man einerseits physiologische Erklärungen gegeben, indem man sie als im Dienste von Stoffwanderung oder Transpiration stehend betrachtete; andererseits ist die Ansicht geltend gemacht worden, dass sie wirksam seien als Schutzmittel gegen die Angriffe pflanzenfressender Tiere, welche durch die eigentümlichen Färbungen abgeschrekt würden.

Die letztere Frage soll uns hier zuerst beschäftigen.

I. Schreck- oder Warnfarbe.

Da Pflanzen der verschiedensten Verwandtschaftskreise durch auffallende Färbung von Blüten und Früchten Tiere anzulocken und sich dienstbar zu machen wissen, so liegt der Gedanke sehr nahe, dass ausser den Lockfarben auch Schreck- oder Warnfarben, wie sie in der Tierwelt in so mannigfacher Ausbildung bekannt sind, im Pflanzenreich vorkommen mögen.

Von Schreck- und Warnfarben bei Pflanzen ist schon oft die Rede gewesen, doch ist mir kein einziger Fall bekannt, der über allen Zweifel erhaben wäre. Meist liegen nur unbegründete Behauptungen vor und niemand hat sich meines Wissens die Mühe gegeben, dieser Frage experimentell näher zu treten, zu prüfen, ob denn auch wirklich Tiere durch die angeblichen

Schreck- oder Warnfarben vom Genuss der damit versehenen Pflanzenteile abgehalten werden. Diese Frage musste ich mir stellen, als ich vor einigen Jahren auf experimenteller Basis die Schutzmittel der Pflanzen gegen omnivore Tiere, speciell gegen Schnecken, kennen zu lernen suchte. [1])

Alle Versuche, die ich damals mit den am leichtesten zu behandelnden Versuchstieren, mit Schnecken, ausgeführt habe, hatten blos negativen Erfolg. Rote Pflanzenteile wurden entweder ebensogern wie grüne gefressen oder, wenn dies nicht der Fall war, so konnte leicht nachgewiesen werden, dass der Unterschied im Verhalten nicht auf der Färbung, sondern auf anderen Eigenschaften der Versuchsobjecte beruhte. Von den verschiedenen Versuchsreihen, die ich mit diesen Tieren ausgeführt habe, sei hier blos eine mitgeteilt.

Versuche mit Schnecken.

Gleich grosse Stücke der fleischigen Wurzeln von einer weissen und einer roten Varietät von *Beta vulgaris* wurden hungrigen, je in besonderen Glasbehältern eingeschlossenen, Exemplaren folgender omnivoren Schnecken vorgelegt: *Helix hortensis*, *Arion hortensis*, *Limax agrestis*. Nach Verlauf von drei Tagen war zwischen den roten und den weissen Fragmenten ein grosser Unterschied wahrzunehmen; die roten Wurzelstücke waren, mit Ausnahme des Behälters in dem sich die wenig wählerische und deshalb den Pflanzen so gefährliche *Limax agrestis* [2]) befand, gänzlich verschont geblieben; die Stücke der weissen Varietät waren dagegen ziemlich stark benagt. Aus diesen Versuchen schliessen zu wollen, dass die rote Farbe die Tiere ferngehalten habe, wäre jedoch durchaus verfehlt, denn als die vorher bei Zutritt des Tageslichts angestellten Versuche bei Lichtabschluss wiederholt wurden, so trat dasselbe Resultat — Verschonung der roten Stücke von Seiten der empfind-

---

1) E. Stahl. Pflanzen und Schnecken. Eine biologische Studie über die Schutzmittel der Pflanzen gegen Schneckenfraass. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft und Medicin Bd. XXII. N. F. XV. 1888.

2) Stahl, l. c. p. 24.

licheren Schnecken — hervor. Der Unterschied im Verhalten der Tiere beruht also nicht auf der verschiedenen Färbung, sondern auf stofflichen Unterschieden, die sich dem Geschmackssinn der Tiere bemerkbar machen und über die Wahl der Nahrung entscheiden.

Ich unterlasse es auf weitere mit Schnecken angestellte Versuche einzugehen. Diese Tiere sind, bei ihrem übrigens schwach ausgebildeten Gesichtssinn, hier um so weniger zu verwerten, als sie, wie mir frühere Erfahrungen gezeigt haben, auch die best geschützten Pflanzen zu benagen beginnen, um sie, nicht zusagenden Falles, allerdings gleich bei Seite liegen zu lassen.

Mit Insecten (Raupen) angestellte Versuche ergaben ebenfalls keine positiven Resultate.

Versuche mit Nagern und Wiederkäuern.

Mit höheren Tieren Versuche anzustellen, war um so mehr angezeigt, als wir eine berücksichtigungswerte Angabe über die angebliche Schreckwirkung rotblätteriger Pflanzen in *Otto Kuntze's* Zusammenstellung der *Schutzmittel der Pflanzen gegen Tiere und Wetterungunst* (Bot. Zeitung 1877, Supplementheft) verzeichnet finden. Dort wird mitgeteilt, dass die Javanen häufig ihre Kaffeeplantagen und Gärten mit einem lebenden Zaun von rotblätterigen Pflanzen umgeben, um die dort häufigen Wildschweine, denen diese Farbe zuwider sein soll, fernzuhalten. Während meines Aufenthalts in Westjava, wo ich Erkundigungen über den Zweck der Anpflanzung rotblätteriger Sträucher zu lebenden Zäunen einzog, wusste man von der angeblichen Schreckwirkung nichts zu sagen. Die häufige Benutzung der rotlaubigen Pflanzen wurde einfach der Vorliebe der Eingeborenen für die rote Farbe, die ja auch in ihrer Kleidung so häufig Verwendung findet, zugeschrieben.

Ich schreite nunmehr zur Mitteilung der Versuche, die ich mit Nagern und Wiederkäuern angestellt habe. In zahlreichen Fällen, dies sei gleich von vornherein bemerkt, trat eine Bevorzugung der rein grünen Blätter anderen gegenüber hervor;

in anderen, wenn die Tiere sehr hungrig waren, konnte meist ein Unterschied nicht wahrgenommen werden.

In eine Kammer, in welcher ein halbwüchsiges, frisch eingefangenes *wildes Kaninchen* sich aufhielt, wurden zwei in Töpfen gezogene *Coleus*-Pflanzen gestellt. Die eine hatte rein grüne, die andere intensiv rotbraune Blätter. Das Tier berührte von den nebeneinander stehenden Pflanzen anfangs blos die Blätter der rein grünen Varietät. Nach einigen Stunden war dieselbe schon stark beschädigt, die rotblätterige zeigte an einem Blatt einige Bissspuren. Am folgenden Tag war von den rein grünen Blättern keine Spur mehr vorhanden, die roten lagen, mehr oder weniger zerbissen, am Boden umher zerstreut.

Demselben Kaninchen wurden ein anderes Mal nebeneinander gleich grosse Zweige der grün- und rotblätterigen Varietäten von *Betula verrucosa* vorgelegt. Das hungrige Tier fraass die grünen Blätter vom Zweige weg und liess die roten dagegen fast unberührt. In ähnlicher Weise wurden grüne Buchenblätter denjenigen der Rotbuche (*Fagus sylvatica var. purpurea*) vorgezogen und in geringerem Grade war dies auch der Fall, wenn dem Tiere die Wahl zwischen grün- und rotblätterigem *Corylus tubulosa* gelassen wurde. Ob bei der Wahl der Nahrung Färbung oder Geschmack der Blätter für das Kaninchen maassgebend waren, habe ich bei diesem scheuen Tier nicht zu entscheiden vermocht. Viel interessanter gestalteten sich denn auch Versuche, die ich im Oktober 1885 mit zahmen, willig aus der Hand fressenden, aber im Freien sich herumtummelnden Schafen ausführen konnte. Die Versuche wurden immer in der Weise ausgeführt, dass den jungen Tieren, es waren deren zwei, die beiden Vergleichsobjecte dicht nebeneinander, zur Auswahl hingehalten wurden.

Ein Bündel roter und ein solches grüner Blätter von *Beta vulgaris* wurden den Tieren präsentiert. Waren beide Bündel gleich leicht erreichbar, so wurde ohne vorherige Beschnüffelung das grüne Bündel vorgezogen.

Von in gleicher Weise den Schafen vorgehaltenen grossen Bohnenfrüchten (*Phaseolus vulgaris*), von denen die einen rein

grün, die anderen violettrot waren, wurden bei wiederholten Versuchen die grünen Bohnen zuerst weggefressen, die anderen allerdings auch nicht verschmäht.

Von den fleischigen Wurzeln der weissen Rübe (*Brassica rapa*) hielt ich oberflächliche Schalen, die aussen rot, innen weiss waren, den Tieren als Lockspeise hin und zwar so, dass jedesmal von einer Schale die rote Aussenseite, von der andern die weisse Innenseite von den Schafen gesehen werden musste. Nicht nur wenn die beiden Stücke gleich leicht erreichbar waren, sondern auch dann, wenn das weisse etwas schwerer zugänglich war, suchten die Tiere sich zuerst seiner zu bemächtigen.

Da in den bisher mitgeteilten Versuchen die Tiere in ihrer Wahl vielleicht eher durch den Geruch als durch das Aussehen der Objecte bestimmt gewesen sein mochten, so wurden, um diesen Zweifel zu beseitigen, auf Blätter oder Blattfragmente mit Carminfarbe dunkelrote Flecken angebracht, ähnlich denjenigen, die auf den fleckigen Blättern wildwachsender Pflanzen vorkommen.

Von gleichgrossen *Mais*blattstücken, deren eins blank, das andere mit einigen bereits trocken gewordenen Carminflecken betupft war, frassen in dreissig Versuchen die Tiere 29 Mal zuerst das grüne, ein einziges Mal zuerst das rotfleckige Stück weg. In ähnlicher Weise bevorzugten die Schafe weisse Rübschnitze (*Brassica rapa*) gegenüber anderen, gleichgrossen, die aber mit Carmin betupft waren.

Aus weiteren Versuchen, die ich nicht im einzelnen mitteilen will und die nicht zahlreich genug sind, um ein endgiltiges Urteil zu gestatten, schien mir hervorzugehen, dass von verschiedenfarbigen Flecken, die ich auf den Blattfragmenten angebracht hatte, die carminroten die wirksamsten waren, wirksamer zum Beispiel als zinnoberrote, berlinerblaue. Die Abneigung der Tiere gegen die roten Flecken ist wohl ein Ausdruck der von vielen Tieren bekannten, wahrscheinlich instinctiven Scheu vor blutroten Gegenständen. Bei den Schafen ist dieselbe jedoch nur schwach entwickelt, denn die bisher beschriebenen Versuche

gelangen immer nur dann, wenn die Tiere nicht sehr hungrig waren. Sobald dies der Fall war, so konnte von der sonst so auffälligen Bevorzugung der nicht roten Speise nichts bemerkt werden; die Tiere suchten sich der ersten besten Stücke zu bemächtigen.

Aehnliche Ergebnisse erzielte ich im Winter 1889—90, während meines Aufenthalts in Buitenzorg, bei Versuchen mit *Ziegen*, allerdings mit einigen, der grösseren Klugheit dieser Tiere entsprechenden, Modificationen. Die Tiere bekamen damals als gewöhnliches Futter beblätterte Zweige von *Artocarpus integrifolia.* Die etwas adstringirend schmeckenden Blätter dieses verbreiteten javanischen Fruchtbaums sind, namentlich auf der Unterseite, sehr rauh und werden im Alter ganz brüchig. Von zwei vorgehaltenen Blättern, von denen ich das eine mit Carmin betupft hatte, wurde fast immer zuerst das unbefleckte, dann das andere gefressen. Wenn aber gleichzeitig ein altes, hartes, fleckenloses Blatt mit einem jungen, zarten, aber rotfleckigen dargeboten wurde, so beschnüffelte das kluge Tier zuerst das grüne, dann das befleckte zartere, um dann gewöhnlich das letztere zuerst, vielleicht auch gar allein zu verzehren. Ganz ähnlich verhielten sich die Ziegen, wenn ihnen die jungen zarten roten Blätter einer *Gnetum*-Art neben alten, harten, aber rein grünen zur Auswahl vorgelegt wurden. Einer wahrscheinlich instinctiven Abneigung folgend, beroch die Ziege erst das grüne, dann das rote, um aber das letztere zuerst zu verzehren. Weiss gescheckte oder sonst bunte Blätter wurden, rein grünen gegenüber, von jenen Tieren immer anfangs vernachlässigt. Dem Geruchssinn blieb es aber vorbehalten, die endgiltige Wahl zu veranlassen.

Aus den mitgeteilten Versuchen, zu denen ich noch zahlreiche andere hinzufügen könnte, geht hervor, dass von einer einigermassen wirksamen Schutzwirkung der roten Flecken nicht die Rede sein kann. Die Tiere ziehen zwar bei der Auswahl ihrer Nahrung die gewohnte grüne Farbe zuerst in Betracht, lassen sich aber auf die Dauer durch andere Färbungen nicht abhalten.

Von manchen Tieren (wie z. B. vom Damhirsch) scheint die Rotfärbung selbst gar nicht beachtet zu werden.

Die Bedeutung der vom grün abweichenden Färbungen der Assimilationsorgane ist daher nach einer ganz anderen Seite, auf ernährungsphysiologischem Gebiet zu suchen. Bevor ich jedoch die hier erörterte Frage verlasse, möchte ich noch einige Beobachtungen mitteilen, die sich auf einen verwandten, wiederholt behandelten Gegenstand, die Schlangenähnlichkeit des Blattstiels mancher tropischen *Araceen*, beziehen.

Schlangenähnliche Araceenblattstiele.

In verschiedenen Gattungen tropischer Araceen der alten und neuen Welt tritt die Schlangenähnlichkeit der Blattstiele und Blütenstandschäfte oft in sehr auffälliger Weise hervor. So beschreibt Henry Collet [1]) ein Arum des Himalaya, welches bei den Eingeborenen unter dem Namen „*Cobra*-Pflanze" bekannt ist, als täuschend ähnlich einer Cobra mit aufgerichtetem Kopfe. Der Referent des Jahresberichts Hermann Müller bemerkt hierzu, dass die *Cobra*-Aehnlichkeit sich als Schutzmittel der Pflanze gegen weidende Tiere habe entwickeln können. Eine derartige Vermutung ist nicht ohne Weiteres abzuweisen. Wenn nämlich schon in unseren Gewächshäusern die geringelten Blattstiele der *Amorphophallus*-Arten einen unheimlichen Eindruck machen, so muss dies noch weit mehr der Fall sein in Ländern, in denen jährlich viele Menschen und Tiere den Giftschlangen zum Opfer fallen. In der Umgebung von Buitenzorg ist *Amorphophallus variabilis* eine in Wald und Gebüsch sehr verbreitete Pflanze. Die Schlangenähnlichkeit des aufrechten, oft meterhohen Blattstiels ist bald stärker, bald schwächer ausgeprägt. Neben Exemplaren, deren Blattstiel weissgrünlich oder weissrötlich mit nur schwach angedeuteter Querringelung ist, gibt es wieder andere, wo die Aehnlichkeit mit einer dort verbreiteten „*ular tannah*" genannten, sehr gefährlichen *Trigonocephalus*-Art geradezu über-

1) Nature, vol. XVI, p. 266 nach Bot. Jahresbericht 1877 p. 754.

raschend wirkt, namentlich wenn das Blatt mit noch unentfalteter Spreite aus dürrem Laube sich emporhebt.

Um zu erproben, ob auch Tiere sich durch die Schlangenähnlichkeit täuschen lassen, wählte ich einen möglichst schlangenähnlichen Blattstiel des erwähnten Amorphophallus und schnitt ihn in zwei gleich grosse Stücke. Die eine Hälfte wurde oberflächlich geschält und beide Hälften, in geringer Entfernung von einander, auf den Boden gelegt. Nachdem die Enden der beiden Stücke unter Blättern verborgen und neben jedem ein paar Brotstückchen gelegt worden waren, liess ich eine Ziege herantreten. Das Tier fraass sofort das Brot von dem geschälten, weissgrünlichen Stielfragment hinweg und liess die neben dem ungeschälten, eine halb verdeckte Schlange vortäuschenden Teil liegenden Brotstücke, obwohl sie ihr nicht entgehen konnten, unberührt. Dieser Versuch wurde mehrere Mal nach einander mit demselben Erfolg wiederholt. Als ich jedoch etwa eine Stunde später die Versuche in ganz derselben Weise nochmals vornahm, fraass das sichtlich hungriger gewordene Tier die Brotstückchen gierig, nicht nur von dem geschälten, sondern auch von dem ungeschälten, schlangenähnlichen Stück weg. Der Hungergrad der Tiere ist, wie dies schon die Versuche mit den Schafen gezeigt haben, ein bei der Wahl der Nahrung wichtiger und bei der Deutung der Versuche in hohem Grade berücksichtigungswerter Faktor. Andererseits darf auch die Gewöhnung an vorher Ungewöhntes, ja Schreckhaftes, nicht ausser Acht gelassen werden. Dies bewährte sich auch in unserem Falle. Denn so schlagend auch die erste Versuchsreihe ausgefallen war, so konnte bei späteren Wiederholungen nichts mehr von einer abschreckenden Wirkung des schlangenähnlichen Blattstiels bemerkt werden.

Die Gelegenheit mit wilden Tieren zu experimentieren bot sich mir, während meines Aufenthaltes auf Java, in dem kleinen zoologischen Garten von Batavia, in dem unter anderen Borneohirsche und die merkwürdige Antilope aus Celebes, die *Anoa* (*Antilope depressicornis*) der Beobachtung leicht zugänglich waren.

Während die Versuche mit den Borneohirschen, die willig aus der Hand fraassen, ebenso negativ wie die in Deutschland mit Damhirschen vorgenommenen Fütterungsversuche ausfielen, ergaben die Experimente mit der *Anoa* ein sehr bemerkenswertes Resultat. Das im übrigen ziemlich scheue Tier fraass — es war kurze Zeit vor der allgemeinen abendlichen Fütterung der Tiere — willig Gras aus der Hand. Sobald jedoch ein gescheckter Blattstiel des *Amorphophallus variabilis* neben das Grasbüschel gehalten wurde, so wendete sich das Tier sofort, mit scheuen Geberden zurückweichend und mit seinen Hörnern drohend, von dem dargebotenen Futter ab. Entfernte ich den schreckenerregenden Gegenstand, so griff die hungrige Antilope gierig nach dem Grase, um sich sofort wieder abzuwenden, wenn Grasbüschel und Blattstiel gleichzeitig und nebeneinander dargeboten wurden. Dieser Versuch, der etwa zwanzig Mal nach einander mit demselben Erfolg wiederholt wurde, zeigt also aufs Entschiedenste, dass eine Schreckwirkung von der Schlangenähnlichkeit ausgeht. Was hierbei sich im Gehirn der Tiere abspielen mag, können wir nicht wissen, ist aber hier auch gleichgiltig, da uns die nackte Thatsache genügt.

Trotz der nicht zweifelhaften Schreckwirkung bin ich nun doch nicht der Ansicht, dass wir auf Grund der mitgeteilten Erfahrungen schon die Berechtigung haben, in der Schlangenähnlichkeit eine *adverse Anpassung* [1]) zu erblicken. Die Bedeutung der Buntscheckigkeit der Blattstiele, deren Schlangenähnlichkeit blos eine zufällige Nebenerscheinung sein mag, muss, wie auch die Buntheit der Blattspreiten, vielmehr nach einer anderen Seite gesucht werden; sie steht, wie dies weiter unten begründet werden soll, im Dienste der Transpiration.

---

1) vgl. Stahl. Regenfall und Blattgestalt. Bd. XI dieser Zeitschrift S. 155.

II. Physiologische Deutung der bunten, nicht rein grünen Vegetationsorgane.

Das äussere Aussehen der Pflanzenteile, um die es sich hier handelt, wie auch die anatomischen Grundlagen ihrer vom Grün abweichenden Färbungen, setze ich im wesentlichen als bekannt voraus, indem ich mich hauptsächlich auf die folgenden Arbeiten berufe, in denen unser Gegenstand eine eingehende Darstellung gefunden hat. Von den anatomischen Details werde ich weiter unten, in den einzelnen Abschnitten, das unbedingt Notwendige anführen.

Die Verbreitung des roten Farbstoffs, — Erythrophyll, Blattrot — der bei den Phanerogamen wenigstens, in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle, die vom Grün abweichende Färbung bedingt, findet eingehende Berücksichtigung in einer Arbeit von Pick: *Ueber die Bedeutung des roten Farbstoffes bei den Phanerogamen und die Beziehung desselben zur Stärkewanderung.* Weitere Angaben über die Verteilung des roten Farbstoffs finden sich in Engelmann's gleich zu citierender Abhandlung. In Bezug auf die hauptsächlich bei tropischen Gewächsen verbreitete Buntheit der Blattspreiten verweise ich besonders auf eine Arbeit von Edouard Morren: *Dissertation sur les feuilles vertes et colorées Gand* 1858. Den anatomischen Bau der nicht reingrünen Blätter hat endlich Hassack [1]) sehr genau untersucht.

Einige physikalische Eigenschaften bunter Vegetationsorgane.

Um zum Verständnis der physiologischen Leistungen der bunten Vegetationsorgane zu gelangen, ist es vor Allem notwendig, ihre physikalischen Eigenschaften im Gegensatz zu denen der rein grünen kennen zu lernen. In erster Linie sollen uns hier die durch Blattrot dunkelgefärbten Gewebe beschäftigen, die in allen Regionen der Pflanze, von den Wurzeln bis zu

---

1) Carl Hassack: Untersuchungen über den anatomischen Bau bunter Laubblätter, nebst einigen Bemerkungen, betreffend die physiologische Bedeutung der Buntfärbung derselben. Botanisches Centralblatt 1886. Bd. IV.

den Narben anemophiler Blüten, hie und da angetroffen werden. Wenn wir hier die häufig verwendete Bezeichnung *Anthocyan* verlassen und von *Erythrophyll*, *Blattrot* sprechen, so hat dies seinen guten Grund. Dank der sauren Reaction des Zellsafts in lebenskräftigen Zellen von Stengeln und Laubblättern tritt in diesen fast immer die rote Modification des Farbstoffs auf und wenn in einzelnen Fällen, wie in den Hochblättern von *Salvia horminum*, *Melampyrum nemorosum* Blaufärbung beobachtet wird, so hängt es damit zusammen, dass diese Blattgebilde die Rolle von Schauapparaten, zur Verstärkung der Lockwirkung der Blüten übernommen und hiermit den Character von Vegetationsorganen aufgegeben haben. Das Dominieren der roten Modification des Farbstoffes oder der Farbstoffe, denn es handelt sich hier wohl um verschiedene chemische Verbindungen, ist nun aber, wie ENGELMANN [1]) (S. 449) gezeigt hat, keine gleichgiltige, sondern eine höchst wichtige Thatsache, die uns vollauf berechtigt, vom Erythrophyll oder Blattrot der Vegetationsorgane zu reden.

Die optischen Eigenschaften des Erythrophylls sind uns namentlich durch die ausgezeichnete Arbeit W. ENGELMANN'S [1]) bekannt geworden. Viele rotblätterige Pflanzen leben, wie ENGELMANN sich treffend ausdrückt (p. 431), wie hinter einem roten Schirm. „Es giebt zahlreiche Fälle, in denen fast buchstäblich kein einziges Chlorophyllkorn des Blattes, ja sämtliche Blätter der ganzen Pflanze, zu keiner Zeit des Lebens, von keiner Seite her Licht erhält, das nicht zuvor durch roten Zellsaft gegangen wäre." Den durch Lichtabsorption seitens des roten Farbstoffs verursachten Lichtverlust schätzt ENGELMANN bei manchen gleichmässig dunkelroten Blättern auf mehr als ein Drittel, ja mehr als die Hälfte des sonst ins Blattinnere eindringenden Lichtes. Wenn trotz dieser starken Lichteinbusse die rotblätterigen Varietäten von *Fagus sylvatica*, *Berberis vulgaris* u. s. w. ebenso wohl gedeihen als die grünen, was offen-

---

1) Engelmann, Th. W. Die Farben bunter Laubblätter und ihre Bedeutung für die Zerlegung der Kohlensäure im Lichte. Bot. Zeitung 1887.

bar nur dadurch möglich ist, dass sie in ihrem Assimilationsvermögen nicht merklich geschwächt sind, so wird man schon von vornherein erwarten dürfen, dass durch den roten Farbstoff nur solche Strahlen absorbiert werden, die für den Assimilationsprozess die geringste Bedeutung haben. In der That konnte ENGELMANN feststellen, dass im Grossen und Ganzen der Verlauf der Lichtabsorption im Blattrot complementär ist zum Gang der Absorption im Chlorophyll. *Rot, Blau und Violett, die vom Blattgrün am stärksten absorbierten Lichtarten werden durch das Blattrot am Besten durchgelassen.* Das Maximum der Absorption fällt genau oder fast genau mit dem Minimum der Absorption im Chlorophyll zusammen, insofern die *stärkste Schwächung ins Grün fällt.*

ENGELMANN, dem es hauptsächlich darauf angekommen war, die von ihm verfochtene Lehre, wonach die Erzeugung organischer Substanz für jede Wellenlänge der Grösse der Absorption im Chlorophyll ungefähr proportional ist, durch neue indirecte Beweise zu stützen, geht auf die positive Bedeutung des Erythrophylls nicht ein; ihm genügte es zu zeigen, dass trotz des grossen Lichtverlustes die assimilatorische Thätigkeit in den Chlorophyllkörnern nur wenig beeinträchtigt werden kann.

In Bezug auf die positiven Leistungen des Blattrots der Vegetationsorgane sind bisher zwei verschiedene Ansichten geäussert worden. Nach der einen soll dem roten Farbstoff die Bedeutung eines schützenden Schirms gegen den störenden Einfluss der Sonnenstrahlung zukommen, nach der anderen steht das Erythrophyll im Dienste der Wärmeabsorption, die im roten Zellsaft zurückgehaltenen Sonnenstrahlen bewirken eine für die Pflanze vorteilhafte Erwärmung. Ehe wir uns auf die Kritik dieser beiden Ansichten einlassen, ist es notwendig ihre physikalischen Grundlagen der Prüfung zu unterziehen.

Was zunächst die *Lichtschirmtheorie* betrifft, so liegt ein beweiskräftiges Experiment für dieselbe zur Zeit nicht vor, denn als solches kann KNY's [1]) Beobachtung, nach welcher eine al-

1) KNY, L. Zur physiologischen Bedeutung des Anthocyans. (Estratto dagli Atti del Congresso botanico internazionale 1892. p. 5).

coholische Chlorophylllösung bei Einwirkung von Licht, das durch eine in doppelwandigem Glasgefäss enthaltene Lösung des roten Farbstoffs gegangen ist, erheblich später missfarbig wird, als wenn sie von weissem Licht durchstrahlt wird, nicht gelten, da es nicht statthaft ist, die an Chlorophylllösungen gemachten Beobachtungen direct auf den in den lebendigen Chlorophyllkörnern enthaltenen Farbstoff zu übertragen. Im übrigen spricht schon der Gang der Lichtabsorption, der, wie ENGELMANN gezeigt hat, ziemlich genau complementär zu dem des Blattgrüns ist, gegen die Schirmtheorie, da ja gerade die vom Chlorophyll absorbierten und in ihm wirksamen Strahlen von dem Erythrophyll durchgelassen werden. Schon diese Ueberlegung legt die Vermutung nahe, dass dem roten Farbstoff die Aufgabe zukommt, Strahlen der Pflanze dienstbar zu machen, die im Chlorophyllfarbstoff unwirksam sind, ja selbst, wie schon KERNER in seinem „Pflanzenleben" bemerkt hat, noch solche Sonnenstrahlung auszunutzen, die durch Absorption im Chlorophyll gewisser Strahlengattungen verlustig geworden ist.

Die schon von vornherein zu erwartende Eigenschaft des Erythrophylls, sich bei Zustrahlung stark zu erwärmen, hat KNY (l. c.) experimentell festzustellen versucht durch Beobachtung der Erwärmung gleich grosser Wassermengen, in denen in gleicher Zahl Blätter grüner und tief roter Varietäten derselben Pflanzen untergebracht waren. Kurze Zeit nach eingetretener Besonnung konnte eine gesteigerte Wärmezunahme in den Gefässen mit den roten Blättern festgestellt werden.

Ich habe ähnliche Versuche mit verschiedenen Modificationen wiederholt, auch den aus rotblätterigen Begonien direct ausgepressten roten Saft, ohne weitere Verdünnung, verwendet und immer die beträchtliche Wärme-Absorption für dunkele wie für leuchtende Strahlen beobachten können. Zahlen anzugeben halte ich für überflüssig, da sie uns ja doch keine Vorstellung geben von der gewiss oft weit beträchtlicheren Erwärmung, welche die rotsaftigen Zellen und Zellcomplexe den farblosen gegenüber annehmen. Dasselbe gilt von Versuchen, bei welchen, durch Anlegen der Thermometerkugel an vorher besonnte rote und

grüne Blattteile, leicht ein Wärmeüberschuss für die roten Partieen festgestellt werden kann.

Ich würde auf die vermittelst Thermometer gemachten Beobachtungen nicht weiter eingehen, wenn nicht eine vor kurzem von KEEBLE aufgestellte Behauptung [1]) vorläge, nach welcher junge rote Blättchen von *Amherstia nobilis* sich unter dem Einfluss der Sonnenstrahlung schwächer erwärmen sollen als ältere grüne. Sehen wir zu, worauf diese Ansicht gegründet ist.

Rote und grüne Blättchen wurden, nebeneinander auf Rasen liegend, dem intensiven Sonnenlicht Ceylons ausgesetzt und die Thermometerkugel der Ober- und dann der Unterseite der Spreiten angeschmiegt. In Berührung mit der Blattoberseite nahm das Thermometer im Durchschnitt eine um ein Grad höhere Temperatur an, wenn es dem roten Foliolum angelegt wurde. Lag dagegen die Thermometerkugel der Unterseite der Blättchen an, so war ein Wärmeüberschuss von im Mittel wieder einem Grad zu Gunsten der grünen Blättchen zu beobachten. KEEBLE zieht hieraus den Schluss, dass die Oberfläche des roten Blattes mehr Wärme reflectiert als die des grünen und dass die rein grüne Lamina mehr Wärme absorbiert als die rote.

Die Richtigkeit der KEEBLE'schen Beobachtungen, die mit eigenen Untersuchungen übereinstimmen, zugebend, kann ich jedoch seiner Schlussfolgerung keineswegs beipflichten. Auf andere, näher liegende Deutungen einzugehen, bei welchen vor allem auch auf die Wärmeleitung von Seite der Blattspreiten Rücksicht zu nehmen wäre, halte ich für überflüssig, da die Unzulässigkeit der KEEBLE'schen Interpretation, welche auf Reflexion der Sonnenstrahlen von Seite der Erythrophyll führenden Zellen hinausläuft, sich ohne weiteres aus den im Folgenden geschilderten Thatsachen ergiebt.

Die nunmehr mitzuteilenden Beobachtungen wurden ausgeführt mit besonderer Rücksicht auf die später zu behandelnde Frage der in physiologischer Beziehung wichtigen, ungleich

---

1) F. W. Keeble, The Hanging Foliage of certain Tropical Trees. Annals of Botany. Vol. IX March. 1895.

rasch vor sich gehenden Erwärmung respective Abkühlung, welche verschiedenen Teilen eines und desselben Blattes bei Zustrahlung und Ausstrahlung eigen sind. Verwendung fanden hierbei einerseits thermoelectrische Beobachtungen, bei deren Ausführung ich mich der liebenswürdigen Unterstützung meines Collegen A. Winkelmann erfreute, andererseits wurde das verschieden rasch eintretende Schmelzen und Erstarren leicht schmelzender, den Blättern aufgetragener Substanzen benutzt.

Thermoelectrische Versuche.

Verwendung fand ein aus Neusilber und Kupfer bestehendes Thermoelement, dessen zwei Lötstellen zu einem flachen Spatelchen zugespitzt waren. Die Spatelchen konnten leicht in bestimmter Richtung in die Substanz etwas succulenter Blätter eingebohrt werden. Die Messung des Thermostromes fand statt vermittelst eines Spiegelgalvanometers, an dem die Ablesung mit Fernrohr und Scala vorgenommen wurde. Unterbrechung und Schliessung des durch ungleiche Erwärmung hervorgerufenen Stromes wurde vermittelst einer in die Leitungsdrähte eingeschalteten Wippe erzielt. Durch Versuche mit in Alcohol von verschiedener Temperatur eingetauchten Thermometern wurde festgestellt, wie viel Bruchteilen eines Temperaturgrades eine Verschiebung der Scala um einen Teilstrich entsprach.

Succulenten-Blätter bieten den Vorzug, dass die Lötstellen tief in die Blätter eingebohrt werden können, ohne mit ihrer Spitze über die der Wärmequelle zugekehrte Blattoberseite hervorzuragen.

Wo keine besondere Bemerkungen gemacht sind, diente als Wärmequelle eine Gasflamme in Schmetterlingsform, die in Entfernung von etwa 30 cm. von dem senkrecht zur Oberseite beschienenen Blatt angebracht war.

Die Versuchsobjecte befanden sich hinter einer grossen durchlöcherten, die directe Bestrahlung des Apparats verhindernden Torfplatte befestigt. Nachdem die Galvanometernadel zur Ruhe gekommen war, wurde ein vor der Öffnung der Torfplatte vor-

her angebrachter Schirm entfernt, so dass die Blätter der Gasflamme ausgesetzt waren. Die nunmehr eintretende Verschiebung der Scala wurde notiert, der Schirm wieder eingeschoben, der Ruhepunkt der zurückgehenden Nadel gemerkt. Die meisten Versuche wurden mit denselben Objecten mehrmals wiederholt.

Als übereinstimmendes Resultat stellte sich heraus, dass die roten Stellen sich rascher und stärker erwärmen als die grünen.

Zuerst wurden zu einem Versuch zwei möglichst gleichgrosse Blätter einer und derselben Pflanze, einer epiphytischen Orchidee, *Sarcanthus rostratus*, verwendet. Die dicken Blätter dieser im Warmhaus cultivierten Pflanze waren zum grössten Teil lebhaft rot gefärbt; nur einige wenige zeigten fast rein grüne Farbe. Von den beiderlei Blättern, welche möglichst gleichmässig der Gasflamme ausgesetzt waren, erwärmte sich das rote stärker als das grüne und zwar betrug die Differenz bis zu 1,5 Grad.

In einer andern Versuchsreihe wurden die beiden Blätter in der Mitte senkrecht zur Längsaxe halbiert und die Lötstellen tief in die Blattsubstanz in der Nähe der Unterseite eingebohrt. Im Uebrigen waren die Versuchsbedingungen wie oben. Der Unterschied in der Temperatur betrug in diesem Versuch 1,82 Grad zu Gunsten des roten Blattes.

Ein ebenfalls beträchtlicher Unterschied in der Erwärmung zwischen roten und rein grün gefärbten Teilen eines und desselben Blattes wurde für *Sempervivum tectorum* festgestellt. Die Temperaturdifferenz zu Gunsten des roten oberen Teils des Blattes betrug bei Anwendung einer kräftigen, dreissig Centimeter entfernten Gasflamme bis 1,67. In Zwischenräumen von je einer Minute wiederholte Ablesungen ergaben für die ersten drei Minuten eine ungefähr gleichmässige Zunahme der Differenz. Nach etwa sechs Minuten war ein Maximum erreicht, welches auch ferner, nach zehn weiteren Minuten annähernd beibehalten war. Eine in diesem, wie in anderen ähnlichen Fällen, eingetretene geringe Abnahme der Differenz ist wahrscheinlich auf den partiellen Ausgleich zwischen wärmeren und kühleren Stellen durch directe Leitung der Wärme innerhalb der Blattsubstanz zurückzuführen.

Gegen die bisher mitgeteilten Versuche mit *Sarcanthus* und *Sempervivum* lassen sich einige Einwände vorbringen. Bei *Sarcanthus* dienten zwei verschiedene Blätter, welche nicht blos in ihrer Färbung, sondern auch in ihrer Dicke und Breite, wenn auch nur um ein geringes von einander abwichen. Bei *Sempervivum* waren allerdings die beiden Lötstellen in Teile eines und desselben Blattes eingeführt worden; doch ist, wie bekannt, das rot gefärbte Ende der Blätter schmaler und dünner als der mittlere rein grüne Teil. Die hieraus resultierenden Ungleichheiten der Versuchsbedingungen lassen sich vermeiden bei Verwendung der Blätter von *Aeschynanthus marmoratus*. Die succulenten, oberseits mit Wassergewebe versehenen Blätter dieser epiphytischen *Cyrtandree* lassen bei auffallendem, wie bei durchfallendem Lichte, besonders bei Betrachtung der Unterseite, unregelmässige dunkelrote Felder auf dem hellrötlichen Grunde erkennen. Die beiden Lötstellen des Thermoelements können hier in gleich dicke Blattteile eingebohrt werden, die blos durch ihre Färbung von einander verschieden sind.

Führen wir zunächst die beiden Lötstellen in zwei von einander entfernte aber gleichfarbige Stellen ein, so beobachten wir allerdings auch Unterschiede in der Erwärmung, die aber höchstens einige Hundertstel eines Grades betragen, während die Temperaturdifferenz zwischen dunkelen und hellen, aber dicht benachbarten Stellen in einem Versuch 0,76 betrug, in einem andern sogar bis auf 1,04 stieg.

Die Structur der dunkelroten und hellen Bezirke ist bis auf die verschiedene Färbung dieselbe. Das Blattrot findet sich auch an den hellen Stellen, allerdings blos in geringerer Quantität in der unteren Epidermis; in den dunkeln Bezirken ist es hier in reicher Menge vorhanden und findet sich ausserdem in den Zellen der angrenzenden Parenchymschicht. Bedenkt man dass die in die Blattunterseite eingebohrten Spatelchen der Thermosäule nur zum geringsten Teil ihrer Oberfläche mit den Blattrot führenden Geweben in Berührung standen und trotzdem der angezeigte Temperaturunterschied über ein Grad betrug, so ist wohl mit Bestimmtheit anzunehmen, dass die Tempera-

turdifferenz zwischen roten Zellen und solchen mit farblosem Zellsaft eine weit beträchtlichere gewesen sein wird.

Weniger günstig als die bisher behandelten, dicken, succulenten sind dünnere Blätter, weil es schwer hält, die beiden Lötstellen in die Substanz der Spreite einzubohren, ohne dieselbe zu durchstechen. Doch konnte ich auch bei einigen dünneren rotfleckigen Blättern den oben erwähnten gleichsinnige Temperaturunterschiede wahrnehmen. Dieselben betrugen für *Begonia heracleifolia var. nigricans* 1,35, für *Pelargonium peltatum* 0,22, für *Tulipa Greigi* 0,14 Grad.

In den bisherigen Versuchen, bei denen eine in geringer Entfernung befindliche Gasflamme zur Verwendung kam, empfingen die Objecte sowohl dunkele als leuchtende Strahlen. Um festzustellen, ob auch bei Anwendung einer dunkelen Wärmequelle ein gleichsinniger Unterschied zu Gunsten der roten Blattbezirke hervortritt, wurden die oben beschriebenen Versuche mit *Sarcanthus* dahin abgeändert, dass statt der Gasflamme ein mit siedendem Wasser gefüllter Leslie'scher Würfel, dessen geschwärzte Seite den Versuchsblättern bis auf fünf Centimeter genähert wurde, zur Verwendung kam. In einem neben dieselben angebrachten Thermometer stieg die Temperatur von 16 (Zimmertemperatur) auf 20,6 Grad. Trotz dieser schwachen Wärmequelle trat eine langsame, aber starke Verschiebung der Galvanometerscala ein. Der Temperatur-Ueberschuss des roten Blattes gegenüber dem grünen stieg bis auf 0,9 Grad. Bei *Sempervivum* war er geringer (0,44), grösser bei *Aeschynanthus*, wo er die Höhe von 1,9 erreichte.

Bei den rotgefleckten Blättern ist also, dies ist das übereinstimmende Ergebnis aller Versuche, *bei Zustrahlung die Temperatur der roten Bezirke höher als die der grünen.*

Wie verhalten sich nun unter ähnlichen Verhältnissen bei grau- oder silberfleckigen Blättern die helleren Stellen den dunkelgrünen gegenüber?

Für *Anthurium crystallinum*, dessen stärkere Blattnerven beiderseits von einem weissen Saum umgeben sind, der sich scharf von der sonst dunkelgrünen Fläche abhebt, ergab sich, unter

denselben Versuchsbedingungen wie oben, nach kurze Zeit dauernder Zustrahlung von Seite einer Gasflamme, ein Wärmeunterschied von 0,34 zu Gunsten der grünen Partieen. Allmälig nahm aber die Differenz wieder ab um schliesslich fast vollständig zu verschwinden. Da die hellere Färbung hier, wie in vielen anderen ähnlichen Fällen, auf einer zwischen Oberhaut und Parenchym eingeschalteten, als *Isolator* wirkenden Luftschicht beruht, so ist die langsamer eintretende Erwärmung ohne weiteres begreiflich. Bei *Cypripedium Lawrenceanum*, dessen dickes lederartiges Blatt in dunkelgrüne und weisslichgrüne Felder differenziert ist, betrug der Wärmeunterschied im Maximum 1,21 Grad; bei einer des roten Farbstoffs entbehrenden Varietät von *Cyclamen persicum* erreichte er blos 0,34. Auch bei diesen beiden Pflanzen ging nach raschem Ansteigen die Differenz wieder langsam, bald mehr, bald weniger, zurück.

Schmelzversuche mit Cacaobutter.

Die ungleiche Wärmeabsorption der verschiedenen Blattbezirke bunter Blätter lässt sich ohne compliciertere Versuchsanstellung in sehr einfacher Weise demonstrieren vermittelst leicht schmelzbarer Substanzen, wie Cacaobutter, der man zur Erhöhung des Schmelzpunktes etwas Bienenwachs zugefügt hat. Das Gemenge wird in flüssigem Zustande in möglichst gleich dicker Schicht der Blattunterseite vermittelst einem Pinsel aufgestrichen. Ist der Ueberzug erstarrt, so genügt es das Blatt kurze Zeit normal zur Oberseite von der Sonne bescheinen zu lassen oder es in die Nähe eines Leslie'schen Cubus mit heissem Wasser zu halten, um an dem verschieden raschen Erweichen gewisser Bezirke, den anderen gegenüber, die ungleiche Erwärmung derselben zu erkennen.

Verwenden wir zu unseren Versuchen die *Bromeliacee Vriesea hieroglyphica*, bei der auf dem grünen Blattgrunde dünne zickzackartig verlaufende dunkele Streifen vorkommen, die ihre Entstehung dem Blattrot in ein oder zwei an die Epidermis der Unterseite grenzenden Zelllagen verdanken, so erweicht am besonnten Blatt der unterseits angebrachte Wachsüberzug

viel rascher und anhaltend stärker an den dunkelen als an den hellen Stellen. Der Unterschied verrät sich schon durch das veränderte Aussehen der noch harten gegenüber den erweichenden Stellen, lässt sich aber schon leicht nachweisen, noch bevor er deutlich erkennbar wird, wenn man ein Haar oder einen anderen sehr biegsamen feinen Gegenstand über die Wachsschicht gleiten lässt. Während das Haar über die noch festeren Stellen, kaum eine Spur zurücklassend, dahin gleitet, dringt es in die erweichten Partieen ein und hinterlässt sichtbare Spuren. Ganz dieselben Beobachtungen wurden, mit dem gleichen Erfolg, an den Blättern von *Begonia heracleifolia var. nigricans* und *Aeschynanthus marmoratus* wiederholt.

Die langsamere Erwärmung der weissen Bezirke gegenüber den grünen kann auf demselben Wege leicht deutlich gemacht werden. Sehr geeignete Objecte sind hierfür manche silberfleckige Begonien. Der Ueberzug von Cacaobutter und Wachs erweicht hier viel rascher an den grünen und roten Stellen als an den weissen. Bei der mit kleinen silberweissen Flecken bedeckten *Begonia argyrostigma* hoben sich bei Besonnung oder Annäherung der Blattoberseite an eine dunkele Wärmequelle, bevor die Schmelzung der ganzen Cacaobutterschicht eingetreten war, ebensoviele feste Inseln von der flüssigen Umgebung ab, als auf der Oberseite Silberflecke vorhanden waren. Ebenso leicht als bei den silberfleckigen Begonien ist die Erscheinung bei *Pteris cretica var. albolineata* zu beobachten. An der besonnten, unterseits mit Cacaobutter bestrichenen Blattfieder erweicht das Fett viel rascher an dem dunkelgrünen Randsaume als in der weisslichgrünen Mitte.

Hier lässt sich zugleich auch eine andere, von vornherein zu erwartende, für uns aber später bedeutsame Thatsache feststellen, dass nämlich *die hellen Blattstellen sich langsamer abkühlen als die dunkelgrünen* und, wenn wir gleich andere bunte Blätter herbeiziehen, als die *roten*.

Hat die Sonne nämlich längere Zeit auf die Blattfieder eingewirkt, sodass die Temperatur derselben in ihrer ganzen Breite um ein beträchtliches den Schmelzpunkt der Cacaobutter über-

trifft und wird nunmehr das Blatt unter Bedingungen versetzt, die ein langsames Abkühlen durch Ausstrahlung zulassen — etwa in die Nähe eines nach Norden schauenden Fensters — so erstarrt die anfangs gleichmässig flüssige Butter zuerst unter dem dunkeler grünen Rande, erst später unter der weisslich grünen Mitte.

Uebereinstimmende Resultate ergaben Versuche mit *Anthurium crystallinum* und verschiedenen *Begonien* mit reingrünen, roten und silberweissen Blattbezirken. Auch bei diesen Pflanzen zeigte sich, dass diejenigen Stellen der Blattspreite, die sich bei Zustrahlung am raschesten erwärmen, sich auch am frühesten wieder abkühlen; während diejenigen Bezirke, die sich bei Zustrahlung langsamer erwärmen, die empfangene Wärme bei Ausstrahlung auch wieder langsamer abgeben. Hieraus ergeben sich ganz eigentümliche Temperierungsverhältnisse der bunten Laubblätter, die uns später den Schlüssel zum physiologischen Verständnis dieser auffallenden Blattgebilde geben werden.

Das Blattrot als Lichtschirm oder als Wärme absorbierendes Medium?

Ehe wir die im vorigen Abschnitt gewonnenen Erfahrungen zur Erklärung der Buntheit der Laubblätter anwenden, müssen wir uns der namentlich von Pick und v. Kerner vertretenen „*Lichtschirmtheorie*" zuwenden.

In seiner Arbeit „über die Bedeutung des roten Farbstoffs bei den Phanerogamen und die Beziehungen desselben zur Stärkewanderung" [1]) stellt Pick den Satz auf, *dass der rote Farbstoff für die Pflanze ein Mittel sei, die Stärkeauswanderung in erhöhtem Maasse zu fördern, ohne die assimilatorische Thätigkeit der Chlorophyllkörper bedeutend zu stören.*

Dieser Satz erscheint schon von vornherein sehr plausibel, da er mit der oben besprochenen Lichtabsorption im Erythrophyll, welcher übrigens auch Pick seine Aufmerksamkeit ge-

1) Botanisches Centralblatt 1883. B. XVI.

widmet hat, recht wohl vereinbar ist und das in der That häufige Vorkommen des roten Farbstoffs in Pflanzenteilen, in denen rege Stoffwanderung vor sich geht (junge Triebe der meisten Bäume und zahlreicher Kräuter, herbstlich gerötete Blätter, Blatt- und Fruchtstiele u. s. w.) diese Annahme als in hohem Grade prüfungswert erscheinen lässt. Die Beweisführung Pick's ist jedoch, wie Wortmann [1]) in seiner Kritik gezeigt hat, durchaus ungenügend und der gute Kern in seiner Ansicht durch die eigentümliche Auffassung der Wirkungsweise des roten Farbstoffs beeinträchtigt.

Nach Pick soll nämlich das rote Licht als solches den Prozess der Stärkeauflösung und Stärkeauswanderung fördern und zwar etwa in der Weise, dass durch es die Fermentwirkung auf die Stärkekörner gesteigert werde.

Ehe wir auf eine viel näher liegende, einfachere Deutung eingehen, müssen wir noch der hochinteressanten Versuche gedenken, die v. Kerner [2]) in seinem in der Seehöhe von 2195 m. angelegten, alpinen Versuchsgarten am Blaser in Tirol angestellt hat.

Von verschiedenen Pflanzen der Thäler und Ebenen, die in dieser beträchtlichen Höhe ausgesäet worden waren, gediehen nur diejenigen, welche unter dem Einfluss des intensiven Lichtes eine rote Färbung der Vegetationsorgane annahmen. Einerseits kräftige üppige Entwickelung der geröteten Pflanzen von *Satureja hortensis*, andererseits kümmerliches Aussehen der in der Entwickelung zurückgebliebenen blassgrünen Individuen von *Linum usitatissimum*. Während *Satureja* zur Blüte gelangte und auch keimfähige Samen heranreifte, war *Linum* noch vor der Entwickelung von Blüten abgestorben.

Den Grund des so auffallend verschiedenen Gedeihens sieht v. Kerner darin, dass der Lein sich nicht gegen das intensive Hochalpenlicht zu schützen vermag wie *Satureja*, die in dem

---

1) Botanische Zeitung 1884. p. 237.

2) Mitgeteilt in *Haberlandt*. Physiologische Pflanzenanatomie. Leipzig 1884, siehe auch Kerner: Pflanzenleben Bd. I. p. 364.

roten Farbstoff der Oberhautzellen einen wirksamen, die Zerstörung des Chlorophyll-Farbstoffs verhindernden Lichtschirm besitzen soll.

Die *Kerner*'sche Auffassung dieses auffallenden Thatbestandes stimmt allerdings mit der von der Mehrzahl der Pflanzenphysiologen geteilten Ansicht über die leichte Zerstörbarkeit des Blattgrüns durch die chemische Wirksamkeit des Lichtes überein; doch scheint sie mir keineswegs die einzig mögliche, nach dem was wir über die Absorptionsverhältnisse von Blattgrün und Blattrot wissen, ja nicht einmal wahrscheinlich zu sein. Es wird die Aufgabe einer weiteren, in höheren Gebirgslagen anzustellenden Versuchsreihe sein zu prüfen, ob nicht eine andere Auffassung, die mir viel näher zu liegen scheint, der Wirklichkeit entspricht.

Man teile die Versuchspflanzen in zwei Lose, von denen das eine Tag und Nacht dem freien Himmel ausgesetzt, das andere aber über Nacht durch geeignete Deckvorrichtungen vor der in jenen Höhen so beträchtlichen nächtlichen Ausstrahlung geschützt werde. Ist auch jetzt noch, bei den nachtüber bedeckten Pflanzen, der mächtige Unterschied zwischen roten und nicht geröteten Pflanzen vorhanden, so gewinnt die *Kerner*'sche Deutung an Wahrscheinlichkeit. Ist aber der Unterschied verwischt, das heisst, gedeihen die grünen Pflanzen nunmehr ebenso gut als die roten, so ist die *Kerner*'sche Annahme hinfällig. Ueberhaupt dünkt es mir, dass man in neuerer Zeit, namentlich unter dem Eindruck der bekannten *Pringsheim*'schen Untersuchungen, zu viel Gewicht auf die Zerstörbarkeit des Chlorophyllfarbstoffs auf chemischem Wege durch intensives Licht gelegt und hierbei die thermischen Wirkungen der Sonnenstrahlung, die sowohl fördernder als schädigender Art sein können, weniger als gebührend berücksichtigt habe. Manche bisher weniger beachtete Erscheinungen des Pflanzenlebens dürften, bei Berücksichtigung derselben, unserem Verständnis um ein beträchtliches näher gerückt werden.

Was speciell die Deutung der *Kerner*'schen Versuche betrifft, so liegt viel näher als die von ihm herbeigezogene Lichtschirm-

theorie eine andere, allerdings erst durch das Experiment zu prüfende Auffassung, die in der im vorhergehenden Abschnitt behandelten Wärmeabsorption des Erythrophylls eine Stütze findet: die im Alpenklima sich rötenden Pflanzen gedeihen besser als diejenigen, bei welchen die Erythrophyllbildung unterbleibt, nicht weil sie durch das Blattrot gegen die Wirkung der Sonnenstrahlen geschützt sind, sondern, im Gegenteil, weil sie durch es befähigt sind, sich die Strahlung in höherem Grade nutzbar zu machen. Die geröteten Blätter und Stengel nehmen bei der kräftigen Insolation der alpinen Höhen eine höhere Temperatur an als die grünen, ein Umstand, der nicht nur der Stärkeauswanderung, sondern auch anderen Kraft- und Stoffwechselprozessen zu Gute kommt. Nach unserer Auffassung wäre also die Pick'sche Ansicht in folgender Weise zu modificieren und zu erweitern: *in dem wärmeabsorbierenden Blattrot besitzt die Pflanze ein Mittel, die Stoff- und Kraftwechselprocesse zu beschleunigen.*

Sein besonders häufiges Vorkommen in Organen, in denen Stoffwanderungen in reichlichem Maasse sich abspielen, erscheint uns von diesem Gesichtspunkte aus eine ebenso einfache als einleuchtende Erklärung zu finden. Man wird vielleicht hiergegen das Bedenken geltend machen, dass die früher mitgeteilten Temperatur-Differenzen zwischen roten und grünen Geweben nicht erheblich genug seien, um ihnen eine wesentliche Rolle zuschreiben zu dürfen. Es wurde jedoch dort schon darauf hingewiesen, dass wir blos die Temperatur ganzer Gewebecomplexe, in denen nicht nur Luft, sondern auch farblose Zellen enthalten sind, messen können und nicht im Stande sind, die wirkliche Temperatur der einzelnen, mit rotem Zellsaft erfüllten Zellen und roter Gewebecomplexe festzustellen. Ausserdem ist zu bedenken, dass bei jenen Versuchen immer nur schwache Wärmequellen Verwendung fanden. Wir sind jedenfalls berechtigt anzunehmen, dass die bei kräftiger Insolation eintretende Erwärmung der von roten Gewebeschichten umgebenen Leitungsbahnen der Stengel, Blattstiele und Blattnerven um mehrere Grade stärker ausfällt als dort, wo das Erythrophyll fehlt.

Durch v. Sachs' [1]) bekannte Untersuchungen wissen wir, dass die Auswanderung der Assimilate, speziell der Stärke, aus den Blättern sowohl bei Tage als bei Nacht vor sich geht, dass dieselbe aber in kalten Nächten unvollständig ist. Durch Accumulation von Assimilationsproducten wird aber, wie v. Sachs angiebt und Saposchnikoff [2]) weiter gezeigt hat, der Prozess der Assimilation verlangsamt. Der Vorteil der beschleunigten Auswanderung ist aber ein doppelter; neben der Entlastung der Assimilationsorgane wird eine raschere Zuleitung von Baustoffen zu den Verbrauchsstellen — junge in Entwickelung begriffene Organe und Reservestoffspeicher — ermöglicht.

Die im Sommer in den Alpen, in den kühleren Abschnitten der Vegetationsperiode, Frühling und Herbst, in der Ebene so besonders häufige Rötung der verschiedensten Pflanzenteile wird uns auf Grund dieser Erwägungen vollkommen verständlich.

Gegen die hier gegebene Deutung der Rotfärbung könnte man einwenden, dass das Blattrot sich besonders an den von intensiverem Licht getroffenen Pflanzenteilen ausbilde, in den beschatteten dagegen, nicht selten bis zum vollständigen Verschwinden, zurücktrete. Bedenkt man jedoch dass die tagüber vom intensivsten Licht getroffenen Teile über Nacht gewöhnlich am stärksten der Ausstrahlung ausgesetzt sind und sich in Folge dessen am stärksten abkühlen müssen, so verliert der Einwand an Kraft.

Die *Kerner*'schen Versuche dürften sich also voraussichtlich so erklären, dass *Linum usitatissimum* und andere sich nicht rötende Pflanzen deshalb im Alpenklima nicht kräftig gedeihen, weil in den kühlen Nächten die Blätter sich nicht ihrer Assimilate zu entledigen vermögen. [3]) Dadurch wird einerseits die

---

1) I. v. Sachs. Ein Beitrag zur Kenntnis der Ernährungsthätigkeit der Blätter. (Arbeiten des bot. Instituts in Würzburg. Bd. III. Heft. I 1884.)

2) Saposchnikoff: Ueber die Grenzen der Anhäufung der Kohlehydrate in den Blättern der Weinrebe und anderer Pflanzen. (Berichte der deutschen bot. Gesellschaft 1891.)

3) Nachträgliche Anmerkung.

Bei Culturversuchen, die ich im August 1895 in *Pontresina* im *Oberengadin*, also in einer Meereshöhe von über 1800 M. angestellt habe, ergab sich in der

Neubildung organischer Substanz beeinträchtigt, die Pflanze wird stärkekrank und andererseits fehlen bei der trägen Stoffwanderung den neu anzulegenden und auszugestaltenden Teilen die erforderlichen Baustoffe. Wieviel an diesen Vermutungen richtig, wie viel unrichtig ist, ob nicht noch ganz andere Momente bei der Erklärung der *Kerner*'schen Beobachtungen herbei gezogen werden müssen, werden diejenigen die in der Lage sind, *Kerners* Versuche in den Alpen zu wiederholen, wohl leicht entscheiden können.

Wie die Entscheidung nun auch ausfallen mag, so ist die Annahme einer Förderung der Stoffwanderungsprozesse und der Stoffwechselprocesse überhaupt durch das Wärme absorbierende Erythrophyll, bei Temperaturen unter dem Optimum, unabweisbar und die vielfach constatierte Beförderung seiner Entstehung durch niedere Temperaturen harmoniert vollkommen mit ihr. Eine lohnende Aufgabe wäre es, von diesem Gesichtspunkte aus ein vergleichendes Studium der herbstlichen Verfärbung der Baumblätter durchzuführen, wobei besonderes Gewicht auf Standort, Klima der Heimat, Zeit des Eintretens der Verfärbung, geringere oder grössere Vollständigkeit der Entleerung u. s. f. zu legen wäre. Herbstliche Rotfärbung und blosse Gelbfärbung kommen zwar unter denselben klimatischen Verhältnissen nebeneinander vor, doch scheint es mir nicht aussichtslos das verschiedene Verhalten teils mit anderen physiologischen Eigenschaften der betreffenden Pflanzen, teils mit den klimatischen Bedingungen, denen sie sich angepasst haben, in Verbindung bringen zu können. Die prachtvolle herbstliche Rotfärbung vieler Alpenpflanzen, die berühmte Rotfärbung der Wälder des östlichen Nordamerika, wo die Zahl der intensiv rot sich färbenden Pflanzenarten weit grösser ist als in Europa, stehen in Einklang mit der hier vertretenen Ansicht über die

---

That, dass nach klaren Nächten, in welchen das Thermometer beinahe den Nullpunkt erreicht hatte, die Blätter von *Linum* morgens noch voller Stärke waren. Bei den unter denselben Verhältnissen gewachsenen *Satureja* Keimlingen waren dagegen die Blätter morgens völlig stärkefrei, auch wenn sie Tags zuvor intensives Sonnenlicht empfangen hatten.

Bedeutung der Rotfärbung. Helle Tage und kalte Nächte sind characteristisch für den Herbst unserer Alpen und in den östlichen Vereinigten Staaten macht der schöne Herbst, der zwar warme Tage, aber kalte Nächte hat, plötzlich dem nicht selten mit Schneestürmen einsetzenden Winter Platz. Die durch die Rötung tagüber geförderte Stoffwanderung dürfte für die amerikanischen Gehölze um so wichtiger sein, als sie ja, wie ihr, im Gegensatz zu den nächstverwandten europäischen Arten, spätes Austreiben im Frühjahr zeigt, auf höhere Temperaturen als diese gestimmt sind.

Es ist nicht meine Absicht die Verbreitung des Erythrophylls, das in den verschiedensten Organen auftreten kann, hier im einzelnen zu verfolgen. Die häufige Gegenwart desselben in extrafloralen Nectarien [1]), deren Leistungen intensive Stoffwanderung voraussetzen, sein Vorkommen im Inneren oder am Fuss saftführender Haare, in der secernierenden Endzelle von Drüsenhaaren, bei denen in Folge von Lage und Bau die Nahrungszufuhr mit Schwierigkeiten verknüpft ist, endlich die so auffällige Rotfärbung vieler Gallenbildungen, sie alle sind, unter Berücksichtigung der hier angedeuteten Gesichtspunkte, einer eingehenden Prüfung zu unterziehen. Nur ein und zwar sehr auffälliges Vorkommen des Blattrots, nämlich sein häufiges Auftreten in verschiedenen Theilen anemophiler Blüten soll uns hier kurz beschäftigen. Es verdient diese Thatsache hier um so eher Berücksichtigung, als man gewöhnlich geneigt ist die Buntheit der Blüten durchweg mit den die Bestäubung vermittelnden Thieren in Zusammenhang zu bringen. Das Auftreten intensiv roter Farben bei Windblütlern musste daher nicht wenig befremdend erscheinen; hat es doch einem namhaften Blütenbiologen, Mac Leod [2])

---

1) Fernere Untersuchungen müssen entscheiden, ob die so häufige Dunkelfärbung extrafloraler Nectarien im Dienste der Stoffwechselbeförderung steht oder wie *Schimper* (Die Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und Ameisen im tropischen Amerika, Jena 1888) anzunehmen geneigt ist, die Aufgabe hat, die zuckerabsondernden Stellen den Ameisen auffälliger zu machen.

2) Mac Leod, J. Over de bevruchting der bloemen in het Kempisch gedeelde van Vlanderen p. 251. Bot. Jaarboek V. Gent. 1893.

Veranlassung gegeben zu bezweifeln, dass die Farben der Blumen Anpassungen an den Insectenbesuch darstellen.

Rotfärbung anemophiler Blüten.

Intensive Rotfärbung der Narben findet sich namentlich bei baumartigen Dicotylen und zwar aus sehr verschiedenen Familien: *Populus tremula*, *Salix myrsinites* [1]) *Platanus orientalis*, *Ulmus campestris*, *Ostrya virginica*, *Carpinus betulus*, *Corylus avellana*, *Alnus glutinosa*, *Acer dasycarpum*, *Fraxinus excelsior* u. s. w. Von krautigen Pflanzen erwähne ich *Poterium sanguisorba*, *Rumex scutatus*. Durchgeht man die obige Liste von Holzgewächsen, so erkennt man sofort, dass sie alle durch frühzeitiges Blühen ausgezeichnet sind.

Bei der im ersten Frühling herrschenden niederen Temperatur und bei der oft unsicheren Witterung ist die Rotfärbung der Narben eine besonders bei Anemophilen wichtige, die Befruchtung sichernde Eigenschaft.

Da das Licht, wie bekannt, das Wachstum der Pollenschläuche nicht oder doch nicht wesentlich beeinflusst, so muss die unter dem Einfluss der Sonnenstrahlen erfolgende Erwärmung der Narben Bildung und Verlängerung der Schlänche begünstigen. Dadurch wird die Gefahr verringert, dass der an der sonst ungeschützten Narbe haftende Pollen noch vor Einsenkung des Schlauches in deren Inneres durch Regen oder Tau beschädigt werde.

Die Rotfärbung vieler *Gymnospermen*-Blüten, die sich wie bei den Dicotylen, nicht selten auch auf die männlichen Geschlechtsorgane erstreckt, (z. B. *Picea alba*) hat neben der eben erörterten Aufgabe vielleicht noch die andere, die Entfaltung der Blüten, welche den Laubsprossen vorangehen, zu beschleunigen.

Wie bei den anemophilen Dicotylen sind es besonders frühzeitig stäubende Arten, die ausserdem dem Regen in höherem

---

1) *Salix myrsinites* ist zugleich anemo- und entomophil. Sie besitzt wie andere Weiden Nectarien, der Blütenstaub ist aber trocken und wird auch durch den Wind verweht.

Grade ausgesetzt sind, welche die Rotfärbung zeigen. Bei der spät blühenden *Pinus sylvestris* fehlt sie, desgleichen auch bei den frühstäubenden *Taxus baccata* und *Thujopsis borealis*, deren weibliche Geschlechtsorgane aber derart an den Zweigen angebracht sind, dass sie vor Regen Schutz finden. Die weitere Verfolgung dieser hier nur kurz berührten Verhältnisse wird sicher manche bemerkenswerthe Beziehungen zu Tage fördern.

Wärmeabsorption steigernde Einrichtungen bei Kryptogamen.

Das Mittel, durch besondere die Strahlung absorbierende Medien eine die Stoffwanderung und ganz allgemein die Stoffwechselprozesse befördernde Erwärmung herbeizuführen, ist bei den Kryptogamen mindestens ebenso verbreitet als bei den Phanerogamen. Indem ich das Studium dieser Erscheinungen den Kennern der einzelnen Gruppen und ihrer Vegetationsverhältnisse empfehle, mache ich hier blos auf einzelne Fälle aufmerksam, die vielleicht in der so ausserordentlich reichen Spezialliteratur schon eine der hier vorgetragenen ähnliche Beurteilung erfahren haben. An den Zellsaft geknüpfte Rotfärbung, die bei den Gefässpflanzen so sehr verbreitet ist, tritt z. B. bei den Muscineen seltener auf. Häufiger ist hier der rote Farbstoff an die Zellmembranen gebunden und zwar in Organen, die der Sitz besonders reger Bildungsprocesse sind: Blätter der männlichen Aeste von *Sphagnum*, der männlichen Blüten von *Polytrichum*. Nicht selten erstreckt sich jedoch die Rötung auf die ganze Pflanze, soweit sie von intensivem Lichte getroffen wird — *Sphagnum*-Arten und manche *Jungermanniaceen* — denn die Bildung des roten Farbstoffs der Membranen ist hier ebenso abhängig vom Licht, wie die des im Zellsaft gelösten Blattrot. Weit häufiger noch als Rötung ist jedoch bei den *Muscineen* eine mehr oder weniger intensive Bräunung der Zellhäute, die viele Laub- und Lebermoose, namentlich des Hochgebirges und des hohen Nordens, fast schwarz erscheinen lässt.

Ueber die Wärmeabsorption von Seite dunkeler Moosrasen besitzen wir eine auf die Tundren russisch Lapplands bezügliche

Angabe von Kihlman [1]) „Das Schmelzwasser erwärmte sich an sonnigen Tagen sehr schnell; eine kleine Lache, deren Boden mit schwarzgrünen Lebermoosen (*Jungermannia inflata*) bekleidet war, zeigte am 10. Mai um 1 Uhr N. M. eine Temperatur von + 17° C.; dennoch war das Wasser in der vorhergehenden Nacht mit dickem Eis bedeckt gewesen und das Grundeis von dem Moosteppich nur 1 dm. entfernt."

Die beträchtliche Wärmeabsorption durch die schwarzrasigen *Andreaeaceen*, *Grimmia*, *Bryum* und *Jungermannia*-Arten, die sich schon direct bei Berührung bemerkbar macht, lässt uns begreiflich erscheinen, wie diese Pflänzchen kräftig zu vegetieren und fructificieren vermögen an Stellen, die fast den ganzen Sommer hindurch von Schneewasser überrieselt werden, denn gerade an solchen Orten, am Rande von Gletschern oder in Felsspalten der nivalen Region der Alpen und anderer Hochgebirge, ist Dunkelfärbung der Moosrasen besonders häufig. Aber auch in der Ebene und dem Hügellande fehlt es nicht an dunkelrasigen Moosen, deren Vegetation aber hier hauptsächlich in den kühlen Jahresabschnitten sich abspielt.

Nach einer Mitteilung von B. Jönsson [2]) sollen allerdings dunkelfarbige Moose (*Frullania Tamarisci*) einen schwächeren Assimilations- und Respirationsgaswechsel zeigen als grüne, im Schatten gewachsene Exemplare derselben Species. Ob der Unterschied nicht eher auf die grössere Dicke der Membranen bei den sonnig gewachsenen braunen Pflanzen als auf dem Vorhandensein des Farbstoffs beruht, ist eine Frage, die ich wegen Mangel einschlägiger Untersuchungen nicht zu entscheiden vermag.

Dunkelfärbung des Thallus, ist bei den mit den Moosen so häufig vergesellschafteten Flechten ebenfalls besonders im Hochgebirge verbreitet, für welches gewisse schwarzthallige Gattungen,

---

1) Osw. Kihlman. Pflanzenbiologische Studien aus Russisch Lappland. Acta societatis pro fauna et flora fennica I. VI. n. 3. Helsingfors 1890.

2) Recherches sur la respiration et l'assimilation des Muscinées. Note de M. B. Jönsson. Comptes rendus de l'académie des sciences, 20. Août 1894.

wie *Gyrophora*, *Cornicularia* geradezu characteristisch sind. Ob die dunkele Färbung vieler Flechtenapothecien, die „verkohlten" Hyphen der *Lecideen* und vieler anderer Flechten, vielleicht auch die Dunkelfärbung zahlreicher Pilze hier ebenfalls Erwähnung verdienen, muss künftigen Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Buntheit der Blätter im Dienst der Transpiration.

Mit der in den vorhergehenden Abschnitten vertretenen Ansicht, dass das Erythrophyll als wärmeabsorbierendes Medium fördernd auf die Erscheinungen der Stoffwanderung einwirke, ist die Bedeutung der Buntblätterigkeit keineswegs erschöpft. Sprechender Beweis hierfür ist der Umstand, dass die auffälligsten Blattfärbungen gerade bei den, von gleichmässig warmer Luft umgebenen, Tropenpflanzen auftreten und auch schon bei einheimischen Pflanzen die Verteilung des meist fleckenweise auftretenden Farbstoffs eine derartige ist, dass sie eine andere Erklärung erheischt. Ausserdem ist jene Erklärung schon von vornherein unanwendbar auf alle diejenigen Fälle, wo die Blattspreite helle bis silberweisse Bezirke führt, die wie weiter oben (S. 157 u. 158) gezeigt worden ist, sich bei Zustrahlung langsamer und weniger stark als die roten oder dunkelgrünen Partieen erwärmen.

Wenn es sich nun darum handelt, die physiologischen Leistungen bunter Spreiten zu verstehen, so wird man selbstverständlich nur solche Pflanzen berücksichtigen dürfen, von denen feststeht, dass die Buntheit ein ursprünglicher Charakter der wild wachsenden Art ist. Aus diesem Grunde fallen zahlreiche und zwar die in unseren Gärten verbreitetsten buntblätterigen Gewächse von unserer Betrachtung hinweg; vor allem gilt dies von den panachierten Formen und anderen von mehr oder weniger pathologischem Character (also die Blätter mit *albicatio*, die bunten *Croton*, *Aucuba*, *Evonymus* u. s. w.) Aber auch die rotlaubigen Varietäten unserer Waldbäume, die Blutbuchen, Blutbirken, Bluthaseln u. s. w. lassen wir am besten bei Seite, denn wenn auch durch die Rotfärbung diese Pflanzen in ihrem

Gedeihen nicht beeinträchtigt, ja unter gewissen Umständen gar gefördert werden mögen, so bleiben sie besser unberücksichtigt, denn es wäre ebenso verfehlt zu versuchen die Biologie bunter Laubblätter an der Hand von Culturvarietäten zu fördern, als wenn man die Blütenbiologie hätte aufbauen wollen auf Grund des Studiums gefülltblühender Pflanzen, Hybriden und anderer Gartenblumen, die ihre Erhaltung einzig der Auswahl von Seite des Züchters verdanken. Unsere Betrachtungen werden sich deshalb blos auf solche Pflanzen beziehen, deren Buntblätterigkeit ein ursprünglicher Character der wildwachsenden Pflanze ist und zwar dürfen wir am ehesten auf Erfolg rechnen bei Berücksichtigung der Arten, bei denen die Buntheit am extremsten entwickelt ist. Wie bei allen derartigen Studien setzt uns allein die genaue Kenntnis der heimatlichen Standorte, an welchen die zu erklärende Eigenschaft, hier die Buntblätterigkeit sich ausgebildet und erhalten hat, in Stand, sie in ihrer Bedeutung für den Haushalt der Pflanze zu erkennen.

Vorkommen der buntblätterigen und sammetblätterigen Pflanzen.

In unserer einheimischen Flora ist die Zahl der auffallend buntblätterigen Pflanzen nicht gross. Rotfleckige oder unterseits gleichmässig rote Blattspreiten treten uns, wie bekannt, fast ausschliesslich an nassen oder wenigstens feuchten Standorten entgegen. Auf dem Wasserspiegel selbst schwimmen die unterseits roten Blätter von *Nymphaeen* und *Villarsia*, der gleich gefärbte Thallus von *Lemna polyrhiza*; an sumpfigen Stellen begegnet man den dunkelfleckigen Blättern von *Orchis maculata*, *O. latifolia*, *Polygonum persicaria*, *Ranunculus acris*; in schattigen Wäldern endlich gedeihen *Arum maculatum*, *Phyteuma spicatum*, *Hypochaeris maculata* und verschiedene andere gefleckt-blätterige Compositen. Auf trockenem Boden sind es hauptsächlich Succulenten, deren Blätter auch im Sommer — denn von der winterlichen Rötung sehen wir hier ab — partiell gerötet sind: *Sempervivum tectorum* und andere Crassulaceen.

An feuchte Standorte gebunden sind, wie KERNER (l. c. p. 262) bemerkt, auch die Pflanzen mit oberseits hellfleckigen Blattspreiten, die wie *Cyclamen europaeum*, *Galeobdolon luteum*, *Lamium maculatum*, *Pulmonaria officinalis*, schattige Wälder lieben oder wie *Ranunculus repens*, verschiedene *Trifolium*-Arten, *Tr. pratense*, *Tr. repens*, wenigstens vor Dürre geschützte Orte bevorzugen. Dass der schattige Standort die Ausbildung der grauen Flecken begünstigt, giebt KERNER für *Hepatica triloba* an, deren Blätter ich auch in der Umgegend Jena's nur in sehr feuchten schattigen Waldschluchten mit hellfleckigen Blattspreiten antraf.

Die einheimischen Buntblätter geben jedoch nur eine schwache Vorstellung von der Farbenpracht des Laubes vieler Tropenpflanzen, von denen nicht wenige den Weg in unsere Glashäuser gefunden haben, in deren wärmsten und feuchtesten Abteilung sie am besten gedeihen und so schon die Vegetations-Bedingungen ihrer heimatlichen Standorte verrathen. Zu der Rotfärbung des Laubes, der sich nicht selten, auch bei einheimischen Formen (*Ranunculus ficaria*, *Cyclamen europaeum*) an derselben Pflanze, die Grau- oder Silberfleckigkeit hinzugesellt, kommt bei Tropenpflanzen noch, bald vereinzelt, bald mit den vorigen Typen combiniert, der Sammetglanz der Blattoberseite hinzu, der, wie bekannt, durch die kegelförmige Gestalt der Aussenseite der Epidermiszellen bedingt ist.

Die allerfeuchtesten schattigen Plätze, wie enge Bergschluchten, Bachufer im Schatten von hohen Bäumen, Felsen im Sprühregen von Wasserfällen u. s. w. werden von den sammetblätterigen und silberstreifigen Formen bevorzugt. Doch fand ich selbst in dem sehr feuchten Westjava im Hügelland und ferner in der mittleren Bergregion — von der höchsten, über den Wolkengürtel emporragenden, trockeneren scheinen sie ausgeschlossen zu sein — die sammetblätterigen Pflanzen, sowie auch die buntblätterigen Arten, immer nur vereinzelt zwischen anderen Gewächsen mit flacher Aussenwand der Epidermiszellen.

Auf dem Korallenkalkhügel bei *Tjiampea* unweit *Buitenzorg* wuchsen die prachtvoll schillernden rotbraunen Rasen der Erdorchidee *Pogonia crispa* zwischen nassem Mulm, bei etwa 300 M.

über dem Meeresspiegel, im dichten Schatten riesiger Feigenbäume. *Argyrorchis javanica* und *Macodes petola*, deren dunkelsammetige Spreiten ein zierliches, den Adern entsprechendes, glänzendes, bei der ersten Art silberweisses, bei der zweiten goldgrünes Netz durchzieht, sassen einzeln oder in kleinen Rasen zwichen feuchten Moospolstern oder in tiefen Schluchten an überrieselten Felswänden der unteren regenreichen Hänge des Vulkans *Salak*, während der prächtig marmorierte *Cissus discolor*, bei dem Rotfärbung der Unterseite, Silberfleckigkeit und Sammetglanz der Oberseite vereinigt sind, sich an den Sträuchern längs der von jenem Berg herunter kommenden Bäche emporrankte.

In Borneo, welches unseren Gewächshäusern schon eine stattliche Zahl schönblätteriger Pflanzen geliefert hat, hat Herr Dr Hans Hallier auf meine Bitte das Vorkommen der bunt- und sammetblätterigen Pflanzen genauer beachtet. Seinen Briefen, aus denen hervorgeht, dass neben den hier besprochenen Blatttypen noch verschiedene andere Anpassungsformen an nassschattige Standorte vorkommen, entnehme ich folgende, auf die Vegetation des 600—700 M. hohen Berges *Lijang Gagang* in *Westborneo* bezügliche, Stelle: Pflanzen mit sammetglänzenden Blättern (*Gesneraceen*, *Acanthaceen*, *Araceen*, eine *Leea*), mit silbern gefleckten oder gestreiften Blättern (*Gesneraceen*, *Acanthaceen*, *Begonien*, eine *Curculigo*, ein *Elatostema*, die oben genannte *Leea*, eine *Piperacee*, ein *Cypripedium* und andere *Erdorchideen*) finden sich, in Gesellschaft von *Trichomanes*arten, *Selaginellen* und Moosen, stets nur an nassen Stellen, an überrieselten Felswänden, im Staubregen von Wasserfällen oder wenigstens im tieferen Schatten des Hochwaldes, also immer an sehr feuchten Localitäten.

Während einer im Spätsommer 1894 unternommenen Reise nach Mexico habe ich in den verschiedenen Regionen auf das Vorkommen von Sammetblättern geachtet. In den höheren Gebirgswäldern bei etwa 3000 Metern fand ich nur eine *Begonia* mit Sammetglanz im Schatten der Eichen und Tannen; auch bei 2000 Metern waren sie noch selten und fast nur durch,

unserer *Goodyera repens* ähnliche kleine Erdorchideen vertreten. Viel häufiger begegnete ich ihnen in dem Walde des etwa 1400 Meter hohen *Monte Pacho* bei Jalapa und namentlich an den feuchten Hängen der tief eingeschnittenen Barrancas zwischen *Mizantla*, *Jalapa* und *Orizaba*. Auch hier waren es Pflanzen aus verschiedenen Familien, *Erdorchideen*, *Araceen*, *Marantaceen*, *Piperaceen*, *Begonien*, *Melastomaceen*, *Papilionaceen*, ein *Polypodium*, die bald nur den Sammetglanz allein, bald denselben mit Rotfärbung und Hellfleckigkeit combiniert aufwiesen.

Einen viel grösseren Reichtum an bunt und sammetblätterigen Pflanzen als in den mit Herrn Dr. Karsten gemeinschaftlich bereisten Gegenden des Staates *Vera-cruz*, fand mein Reisegefährte später, auf einer nach den überaus regenreichen Gebirgen des Staates *Chiapas*, im südlichen Mexico unternommenen Reise. An den feuchtesten und zugleich schattigen Orten des Berges „la Sombra", welcher etwa 1460 M. erreicht, fanden sich sammetblätterige *Rubiaceen*, *Melastomeen*, *Begoniaceen* in grosslaubigen Formen, vergesellschaftet mit ihnen auch buntblätterige ohne Sammetglanz (ein *Anthurium*, eine *Anoectochilus* ähnliche Orchidee, eine *Passiflora*, eine *Smilax*, eine *Peperomia* mit Silberglanz). Characteristisch ist in Höhen über 850 M. die ausserordentlich üppige Entwickelung der *Hymenophyllaceen*. Sammetblätterige Arten, wie das schöne *Cyanophyllum magnificum* finden sich auch schon in niedrigeren Lagen bei „Trinidad" vielleicht bis zu 200 M. herab, was damit zusammenhängt, dass hier die feuchte Region weit hinunter reicht, da hier gegen Osten und Nordosten keine andere Gebirgskette vorgelagert ist, welche den Regenwinden ihr Wasser entziehen könnte.

Zu dem bisher Mitgetheilten über das Vorkommen der buntblätterigen- und sammetblätterigen Pflanzen liessen sich viele weitere, aus Reiseberichten, floristischen und gärtnerischen Werken geschöpfte Angaben hinzufügen [1]). Aus allen geht hervor, dass die Formen mit extremer Ausbildung der genannten Eigenschaften, ihre Heimat an den feuchtesten Standorten der

---

1) z. B. Les plantes a feuillage colorié. Rothschild, Paris 1874.

feuchtwarmen Erdstriche haben. Schon dieser Umstand deutet darauf hin, nach welcher Seite die physiologische Bedeutung der von der gewöhnlichen Blattstructur und Färbung abweichenden Eigenthümlichkeiten zu suchen sein wird.

Von Bedeutung ist auch die bei einer und derselben Pflanzenart, je nach den Standortsverhältnissen, nicht selten verschieden starke Ausbildung der Buntheit der Spreiten. Dass schattiger Standort die Bildung der grauen Flecken begünstigt, giebt, wie bereits erwähnt worden ist, KERNER für *Hepatica triloba* an. Die hell- und dunkelgesprenkelten Exemplare von *Ficaria ranunculoides* finden sich ebenfalls in schönster Ausbildung an feuchten Stellen zwischen Gebüsch, während die Stöcke mit rein grüner Spreite offenere Stellen bewohnen. Dass wir es bei dieser Pflanze nicht mit fixierten Rasseneigenthümlichkeiten, sondern mit Standortsmodificationen zu thun haben, konnte ich an einer, in der Umgegend von Triest, in feucht schattiger Lage gesammelten *Ficaria*, feststellen. Ich hatte die Pflanze, die mir durch die starke Scheckigkeit des Laubes aufgefallen war, zum Zweck der Cultur mitgenommen. Als jedoch im folgenden Frühjahr die im Kalthaus stehende Pflanze neue Blätter entfaltete, waren die früher so auffallenden Flecken bis auf geringe Reste verschwunden.

Wenn wir es also hier mit directen Standortseinflüssen zu thun haben, so zeigt wiederum das Verhalten anderer Gewächse, dass auch Rasseneigenthümlichkeiten in Betracht kommen. Ganz besonders gilt dies für *Arum maculatum*, dessen Blätter in manchen Florengebieten immer dunkelgefleckt sind, z. B. in *Brandenburg* nach *Ascherson* (Flora der Provinz *Brandenburg*), während sie in anderen Gegenden, z. B. nach KIRCHNER (Flora von *Stuttgart* und Umgebung) in *Württemberg* nie gefleckt sein sollen. Im botanischen Garten von Jena behalten rein grüne und dunkelgefleckte Varietäten ihre Merkmale bei.

Ein weiterer Umstand, der hervorgehoben zu werden verdient, ist der oft bei einer und derselben Pflanze in den verschiedenen Regionen sich geltend machende Unterschied in der Ausbildung der Flecken. Ist ein solcher vorhanden, so sind es regel-

mässig die in der feuchteren Umgebung sich befindenden unteren Blätter, besonders die Wurzelblätter, welche die Flecken in schönster Ausbildung zeigen, während die obersten, in die trockeneren Luftschichten hineinragenden Blattgebilde der Flecken oft vollständig entbehren. Es gilt dies sowohl für dunkelfleckige als hellfleckige Pflanzen.

So fehlt z. B. bei *Polygonum persicaria* an den oberen Blättern häufig der dunkele Flecken, welcher quer zur Mediane die unteren Spreiten durchzieht. Aehnliches gilt von *Musa Cavendishii* und anderen Tropenpflanzen, von denen ich bloss noch die Gattung *Nepenthes* erwähne, deren Kannen bald tief rot, bald nur mit wenigen roten Flecken versehen sind. In der Nähe des Wasserfalls von *Tjiburrum*, bei *Tjibodas* in Westjava, fiel es mir auf, dass die dem Boden aufliegenden, von Moosen und Farnen umgebenen, Kannen von *N. melamphora* tief rot waren, während bei denselben Exemplaren an den Zweigen, die an Sträuchern über den dumpfen Waldboden emporgeklettert waren, die Kannen nur noch schwache Rotfärbung zeigten. Derselbe Gegensatz tritt, worauf mich Graf Solms aufmerksam machte, in den Gewächshäusern des botanischen Gartens von *Strassburg* bei verschiedenen *Nepenthes* hervor: intensive Rotfärbung im feuchtschattigen Grunde, geringe oder fast fehlende Färbung an dem helleren und trockeneren Dache des Glashauses.

Von silberfleckigen Pflanzen sei auf *Lamium maculatum* und *Galeobdolon luteum* aufmerksam gemacht, bei denen die hellen Stellen an den Blättern der Blüthenregion fehlen oder doch sehr zurücktreten. Manche *Begonien*, deren Blätter zuerst silberfleckig sind, z. B. *Begonia corallina*, bilden rein grüne Spreiten, wenn sie sich zum Blühen anschicken. Die *Aracee Syngonium Wendlandi*, deren Blattspreiten in der Jugend längs der Adern glänzende Silberstreifen führen, bildet später fleckenlose Blätter.

Ich habe nicht versucht festzustellen, auf welche Factoren diese Wandlungen zurückzuführen sind; uns genügt hier die Feststellung der Thatsache, dass feucht schattiger Standort die Ausbildung bunter Blattspreiten begünstigt, ein Umstand der darauf hindeutet, dass wir in der Buntheit der Blattspreiten

Einrichtungen zur Hebung der Transpiration zu suchen haben. In der folgenden Erörterung sollen gesondert behandelt werden erstens die Bedeutung der Rotfärbung der Blattspreiten, zweitens die der hellen Bezirke der Blattoberseite, drittens die Wirkung der sammetigen Oberflächenbeschaffenheit.

Rote und rotgefleckte Blattspreiten.

Kerner, der bei der Deutung seiner weiter oben besprochenen (S. 160) Culturversuche den roten Farbstoff als Lichtschirm in Anspruch nimmt, trifft, wo es sich um die Bedeutung des Erythrophylls im Blattparenchym handelt, das richtige, indem er auf die dadurch bedingte Förderung der Transpiration hinweist.

Um uns die Rolle des Erythrophylls recht eindringlich klar zu machen, denken wir uns die rotblätterige Pflanze in einen völlig mit Wasserdampf gesättigten Raum versetzt. Diese Annahme ist hier, wie bei den weissfleckigen und sammetblätterigen Arten, nach dem was wir über ihr Vorkommen wissen, durchaus berechtigt.

Man hat sich früher viel darum gestritten, ob in gesättigter Luft Pflanzen noch zu transpirieren vermögen oder nicht. In umfassendster Weise ist diese Frage und zwar bejahend von Wiesner [1]) beantwortet worden in seinen Untersuchungen über den Einfluss des Lichtes und der strahlenden Wärme auf die Transpiration der Pflanzen. Beim Durchgang der Sonnenstrahlen durch das Chlorophyll wird, nach Wiesner, ein Theil derselben durch Umsatz in Wärme ausgelöscht. Hierdurch erfolgt eine innere Erwärmung der chlorophyllhaltigen Gewebe, in Folge deren die Spannung des Wasserdampfs und die relative Feuchtigkeit in den Intercellularen sich steigert. Hiermit sind die Vorbedingungen gegeben, dass selbst noch in einer mit Wasserdampf gesättigten Atmosphäre Transpiration statthaben kann. Am wirksamsten sind hierbei von dem leuchtenden Teil

1) Wiesner, Julius. Untersuchungen über den Einfluss des Lichtes und der strahlenden Wärme auf die Transpiration der Pflanze. Sitzungsber. der K. K. Akademie der Wiss. zu Wien. Bd. 74. 1876.

des Spectrums, die blauen und violetten Strahlen, am wenigsten die grünen, die ja bekanntlich durch das Chlorophyll am wenigsten absorbiert werden. Damit hängt es auch zusammen, dass Licht, welches bereits durch eine Chlorophylllösung hindurch gegangen ist, nur noch schwach auf die Transpiration zu wirken vermag, da die Strahlengruppe, welche in dem Blattgewebe die Erwärmung der Chlorophyllkörner und mithin der Zellen des Parenchyms bewirken, beim Gang durch die Chlorophylllösung bereits ausgelöscht worden ist.

Halten wir die *Wiesner*'schen Resultate mit *Engelmann*'s, oben (s. 150) besprochenen Angaben zusammen, so wird uns das merkwürdige Verhältniss der Lichtabsorption im Chlorophyll und Erythrophyll erst in seiner vollen Bedeutung verständlich. Dadurch, dass die Strahlenabsorption in Chlorophyll und Erythrophyll zu einander nahezu vollständig complementär sind, ist es gegeben, dass die beiden in demselben Blatt, ja nebeneinander in derselben Zelle, auftretenden Farbstoffe sich gegenseitig in der Ausnutzung der Strahlen kaum beeinträchtigen. Einerseits werden die bei der Kohlensäurezersetzung besonders thätigen Strahlen durch die saure Erythrophylllösung nicht geschwächt und andererseits können die bereits vom Chlorophyll ausgenutzten Strahlen noch der Pflanze zu Gute kommen durch ihre thermische Wirkung, die hier speziell im Dienste der Transpiration steht. Wenn daher besonders zahlreiche Pflanzen des schattigen Urwaldbodens unterseits rote Blätter besitzen und sich dieses Mittels zur Hebung des Transpirationsstromes bedienen, so hängt dies eben, wie schon v. Kerner bemerkt hat, damit zusammen, dass sie auch noch das grüne vom Blätterdach durchgelassene oder von ihm reflectierte, aber auch schon durch das Chlorophyll in seiner Zusammensetzung modificierte, Licht noch ausnutzen können.

Die früher (S. 154 u. f.) mitgeteilten Beobachtungen über die starke Wärmeabsorption Blattrot führender Gewebe lassen es zweifellos erscheinen, dass, genügende Wasserzufuhr vorausgesetzt, die Gegenwart des Blattrot die Transpiration befördern muss. Handelt es sich nun darum hierfür den directen experi-

mentellen Beweis zu erbringen, so stösst man auf nicht geringe Schwierigkeiten, ein Umstand der keineswegs befremdet, wenn man sich vergegenwärtigt von wie vielen äusseren und inneren Ursachen der Transpirationsvorgang abhängt.

Als ich dunkelfleckige Blätter von *Polygonum persicaria*, *Oxalis Deppei*, *Maranta Kerchoveana* der ursprünglich eigens zu diesem Zweck ersonnenen Kobaltprobe unterwarf, war ich nicht wenig enttäuscht in Bezug auf Schnelligkeit der Verfärbung keinen Unterschied zwischen roten und grünen Bezirken wahrzunehmen; mein Befremden wuchs noch, als ich zu den Versuchen *Medicago intertexta* herbeizog. Wie bei manchen anderen Papilionaceen (*Trifolium*arten) verdunstet hier die Oberseite der Foliola weit stärker als die Unterseite und zwar geht, bei Auflegen blauen Kobaltpapiers auf die erstere, die Verfärbung rascher vor sich über dem grünen Teil der Spreite als über dem dunkelen Fleck. Es wäre nun durchaus verfehlt hieraus den Schluss ziehen zu wollen, dass das in der Oberhaut enthaltene Blattrot daran Schuld sei; die Unterschiede im anatomischen Bau genügen, um das Versuchsergebniss zu erklären; es sind nämlich an den roten Stellen die Stomata spärlicher als an den grünen vorhanden.

Aber abgesehen von derartigen Fällen, in denen der unerwartete Ausfall des Versuchs sich aus anatomischen Unterschieden erklärt, wird man nicht unter allen Umständen erwarten dürfen, eine stärkere Transpiration der roten Bezirke zu finden. Stärkere Erwärmung roter Pflanzentheile wird, im übrigen gleiche Structur vorausgesetzt, die Verdunstungsgrösse nicht unter allen Umständen erhöhen, namentlich nicht bei ungünstiger Wasserversorgung der ganzen Pflanzen. Es kann unter solchen Umständen leicht, in Folge des übermässig gesteigerten Wasserverlustes roter Blätter oder Blattteile, Verengerung ja Verschluss der Stomata eintreten, während die grünen Vergleichsobjecte, die sich zwar weniger stark erwärmen, anfangs allerdings schwächer transpirieren als die roten, dafür aber gleichmässiger mit der Wasserdampfabgabe fortfahren.

Bei vergleichenden Versuchen mit abgeschnittenen, mit der

Schnittfläche in Wasser tauchenden, annähernd gleichgrossen Zweigen der grün- und rotblätterigen Buche (*Fagus sylvatica*) und *Hasel* (*Corylus tubulosa*), konnte ich denn auch durch Wägungen feststellen, dass die rotblätterigen Exemplare relativ stärker transpirierten als die grünen, wenn die Zweige nicht direct der Sonne ausgesetzt, sondern sich zwischen Gebüsch befinden oder in Wasserdampf reicher Atmosphäre, in einem geschlossenen Glaskasten gehalten werden. Bei directer Besonnung und trockener Luft dagegen sah ich nicht selten das Verhältniss sich umkehren, was wohl in der angedeuteten Weise zu erklären sein wird.

Um den Nachweis zu führen, dass an rotfleckigen Blattspreiten die dunkelen Stellen, in Folge ihrer stärkeren Wärmeabsorption, fähig sind stärker zu transpirieren als die grünen, darf man also die Versuchsobjecte nicht etwa bei trockener Luft dem directen Sonnenlicht aussetzen. Unter solchen Bedingungen wird, falls man Lithiumsalpeter, Eosin oder andere leicht ihre Gegenwart verrathende Flüssigkeiten durch den Blattstiel aufsaugen lässt, die Färbung der Gefässbündel sich in kurzer Zeit gleichmässig über die ganze Spreite erstrecken. Selbst dann, wenn die Objecte bei diffusem Licht und in Wasserdampf reicher Atmosphäre gehalten werden, gelingt es nicht häufig auf dem angedeuteten Weg die stärkere Transpiration der Blattrot führenden Teile zu beobachten. Bei rotfleckigen Blättern von *Maranta Kerchoveana*, die mit ihrem Stiel in einprocentiger Lithiumsalpeterlösung tauchten, zeigte sich in mehreren Versuchen, bei der spectroscopischen Untersuchung, das Lithium zuerst in den roten Flecken und erst später in den benachbarten grünen Blattteilen. Weniger geeignete Objecte sind gefleckte Dicotylenblätter, bei denen in Folge der netzaderigen Nervatur die aufgesogene Flüssigkeit sich gleichmässiger über die Spreite verteilt.

Localisation des Erythrophylls.

Das Erythrophyll kann, wie dies die verschiedenen Forscher, die sich mit seiner Verteilung beschäftigt haben, in verschie-

denen Gewebeelementen der Blätter auftreten, allerdings mit einer später zu erörternden wichtigen Ausnahme. Sehr verbreitet ist sein Vorkommen in den Zellen der Epidermis der Blattoberseite bei vielen einheimischen oder doch im freien Lande cultivierbaren Formen, die aus Gegenden mit gemässigtem Klima stammen. Niemals fand ich bei ausgewachsenen Blättern wilder Pflanzen die Blattoberseite gleichmässig roth, — herbstliche und winterliche Rötung sind selbstverständlich hier ausgeschlossen — sondern immer nur, bald mit grösseren, bald mit kleineren dunkelen Flecken auf grünem Grunde. Eine Beschreibung der jederman bekannten Fälle unterlassend, erwähne ich von hierher gehörigen Pflanzen: *Polygonum persicaria*, *Ranunculus acris*, *Taraxacum officinale*, *Orchis latifolia* und *maculata*, *Tulipa Greigi*. Ist das Blattrot auf die Epidermis der Unterseite beschränkt, was besonders häufig bei Schattenpflanzen der Tropen der Fall ist (fig. 1, T. XVII), so erstreckt sich die Rötung in der Regel auf die ganze Blattfläche, deren Oberhaut also in ihrer ganzen Ausdehnung hier als Wärmefang wirksam ist. Die Steigerung der Transpiration kann nun entweder direct die Epidermiszellen betreffen, die, wenn die Structur ihrer Innenseite es gestattet, den Wasserdampf an die Intercellularen abgeben oder aber es werden die benachbarten Parenchymzellen, denen die Wärme durch Leitung zugeführt wird, unter günstigere Transpirationsbedingungen versetzt. Beiderlei Erscheinungen mögen häufig sich combinieren. Dass aber die erstere Alternative nicht selten verwirklicht sein wird, darauf deuten die Structurverhältnisse der Epidermisinnenseite z. B. von *Orchis maculata*, wo an den roten Stellen der Blattoberseite, durch partielle Loslösung der Epidermis von dem daran grenzenden Assimilationsparenchym entstandene, grössere zusammenhängende Intercellularräume den von den Oberhautzellen abgegebenen Wasserdampf aufnehmen können. Von einem Entweichen des Wasserdampfs durch die cuticularisierte Aussenwand der Oberhautzellen kann, nach dem was wir über die Geringfügigkeit der cuticularen Transpiration wissen, kaum die Rede sein.

Angesichts der oft so intensiven Rotfärbung des Zellsafts der

Epidermiszellen vieler Laubblätter muss es in hohem Grade auffallen, dass *das Erythrophyll den ausgewachsenen Schliesszellen immer vollständig fehlt.* So viele Blätter mit roter Oberhaut ich auch untersucht habe, immer habe ich die Schliesszellen, im ausgebildeten Zustande wenigstens, frei von rotem Farbstoff gefunden. Nur in jugendlichen Blättern sind manchmal die Mutterzellen der beiden Schliesszellen und auch die beiden, eben durch Teilung entstandenen Schliesszellen selbst noch mit roter Vacuolenflüssigkeit versehen (z. B. *Corylus avellana var. purpurea*, *Jeffersonia diphylla*). Bald verschwindet aber das Erythrophyll aus den ausgebildeten Schliesszellen, während es den benachbarten Oberhautzellen erhalten bleibt.

Da man diesen Gegensatz zwischen Schliesszellen und übrigen Oberhautzellen kaum als belanglos betrachten wird, so entsteht die Frage, wie derselbe zu erklären sei? Eine befriedigende Antwort glaube ich dahin geben zu können, dass die Abwesenheit des Erythrophylls in den Schliesszellen günstig auf die Grösse von Transpiration und Assimilation einwirkt. Wie kann aber, wird man sich fragen, einmal das Vorhandensein des Erythrophylls, ein anderes Mal sein Fehlen den Vorgang der Transpiration begünstigen?

Hier muss man sich vergegenwärtigen, dass die Verdunstungsgrösse eines Blattes in erster Linie von dem Turgor der Schliesszellen abhängt. Zunahme des Turgors bewirkt eine Erweiterung der Spaltöffnungen und begünstigt das Entweichen von Wasserdampf aus dem Blattinneren; Abnahme des Turgors hat die entgegengesetzte Wirkung zur Folge. Verlieren die Schliesszellen mehr Wasser als sie in derselben Zeit von den angrenzenden Epidermiszellen zn entnehmen vermögen, so nimmt ihr Turgor ab, der Spalt verengert sich, das Entweichen des Wasserdampfs aus dem Blattinneren wird erschwert und zugleich der Assimilationsgaswechsel verlangsamt [1]). Dieser Zustand würde sicher unter günstigen Transpirationsbedingungen leicht ein-

---

1) vergl. Stahl. Einige Versuche über Transpiration und Assimilation. Bot. Zeitung 1894.

treten, wenn im Zellsaft der Schliesszellen ebenfalls Wärme absorbierendes und in Folge dessen die Wasserdampfabgabe steigerndes Erythrophyll vorhanden wäre. Sein Vorkommen an dieser Stelle wäre entschieden von Nachteil, sowohl für die Transpiration als auch für die Kohlenstoffassimilation. Für uns ist die Ursache des Fehlens von um so grösserem Interesse, als sie eine indirecte Bestätigung abgiebt für die hier vertretene Ansicht über die Bedeutung des Erythrophylls in den Laubblättern als eines Mittels zur Steigerung der Transpiration.

Das Erythrophyll, das in den bisher besprochenen Fällen seinen Sitz, wenn nicht ausschliesslich, so doch vorwiegend in den Oberhautzellen hat, fehlt bei anderen Pflanzen in der Epidermis und ist auf die Zellen des Assimilationsparenchyms beschränkt. Von einheimischen oder bei uns im Freien cultivierten Pflanzen erwähne ich *Ranunculus ficaria*, *R. lanuginosus*, *Podophyllum Emodi*, *Phyteuma spicatum*, *Arum maculatum*, *Erythronium dens canis*. Der rote Farbstoff ist hier bald in palissadenförmig ausgebildeten Parenchymzellen der Oberseite, bald in Schwammparenchymzellen der Unterseite (*Arum maculatum*) vorhanden.

Bemerkenswert ist das Verhalten von *Ranunculus ficaria* und *Phyteuma spicatum*. Von der ersten Pflanze findet man, wie schon S. 174 erwähnt worden ist, nicht selten, besonders an feuchten schattigen Plätzen, Exemplare, deren Blätter nicht rein grün sind, sondern auf dem freudig grünen Grunde der Oberseite unregelmässig gestaltete Flecken von abweichender dunkeler Färbung tragen. An dem auf fig. 2, T. XVI abgebildeten Exemplar, welches aus der Umgegend von Jena stammte, werden Mittelnerv und einige Seitennerven von einem dunkelgefärbten, hie und da unterbrochenen Saume begleitet. Ausserdem finden sich zerstreute, auf die übrige Fläche verteilte helle Flecken, auf deren innere Beschaffenheit wir später zurückkommen.

An den dunkel gefärbten Stellen unterscheiden sich die Palissadenzellen von denen der rein grünen Bezirke, nicht nur durch den roten Zellsaft, sondern auch durch die *grösseren*

Lufträume, die sie von ihren Nachbarinnen trennen; das Entweichen des Wasserdampfes wird also an den geröteten Stellen noch durch die stärkere Entwickelung der Intercellularräume begünstigt.

Die herzförmigen Blattspreiten von *Phyteuma spicatum* führen, wie bekannt, einen sehr auffälligen dunkelen Fleck. Der Farbstoff ist hier in den an die farblose Oberhaut grenzenden Zellen des Assimilationsparenchyms gebunden, welche einen von den übrigen Stellen ganz abweichenden Bau zeigen. Während in den rein grünen Teilen der Spreite diese oberste Schicht aus normal gelagerten, allerdings ziemlich niedrigen Palissadenzellen besteht, ist sie an den dunkelen Flecken aus Zellen zusammengesetzt, deren grösster Durchmesser parallel zur Blattfläche orientiert ist. Hier wirken also drei Umstände gleichsinnig fördernd auf die Transpiration: das Blattrot, die Orientierung der Zellen und die grossen Luftlücken.

Sehr zahlreich sind namentlich in den Tropen die Pflanzen, bei denen das Erythrophyll, wenn nicht ausschliesslich, doch hauptsächlich seinen Sitz in den Zellen des Schwammparenchyms der Blattunterseite hat: (Fig. 3 u. Fig. 4, T. XVII). Es ist überflüssig diese Thatsache weiter zu commentieren, da der hervorragende Anteil des Schwammparenchyms beim Vorgang der Transpiration allgemein anerkannt ist.

Die Zahl der Pflanzen, die sich des Erythrophylls bedienen um die Transpiration zu steigern, ist auch in unserer einheimischen Flora weit grösser als man es nach der immerhin relativ geringen Zahl von Pflanzen mit auffällig gefleckten Blättern vermuthen würde. Sieht man sich nämlich die Blätter der krautigen Gewächse, namentlich im Frühling, mit der Lupe oder unter dem Microscop an, so ist man überrascht wie häufig, um die Spaltöffnungen herum, die Epidermiszellen, immer mit Ausnahme der Schliesszellen, Blattrot führen. Oft sind es allerdings nur wenige Zellen die rot sind. Das Blatt wird, um einen treffenden *Kerner*'schen Ausdruck zu benutzen, hier besonders an den Entweichstellen des Wasserdampfs geheizt.

Nicht nur die Blattspreiten, sondern auch die Blattstiele, Blattscheiden saftreicher Blätter, ja die krautigen Stengel wenden jene Heizvorrichtung an, denn wenn wir der Rotfleckigkeit, die man hier kaum als der Stoffwanderung dienstbar ansehen kann, besonders häufig bei saftreichen Stengeln und Blattstielen z. B. der Umbelliferen wie *Conium maculatum*, ferner von *Polygonum Sieboldii*, besonders aber der tropischen krautigen *Araceen* (*Amorphophallus* u. s. w.) begegnen, so lässt sich leicht ein Grund dafür angeben, warum gerade diese saftreichen Gebilde sie in besonders ausgebildetem Maasse besitzen. Der fleischige, gefleckte Blattstiel eines *Amorphophallus*, der eine mächtig entwickelte Spreite zu tragen hat, ist selbst der Sitz reger Stoffwechselprocesse, die hier um so notwendiger erscheinen, als die Tragfestigkeit des ganzen Stieles hauptsächlich auf dem Turgor seiner Zellen beruht. In der Peripherie des spaltöffnungführenden Stieles ist Assimilationsgewebe vorhanden, seine Versorgung mit den erforderlichen Nährsalzen durch das reichlich vorhandene Erythrophyll begünstigt. Die hier an den dunkelen Stellen angebrachte Heizvorrichtung, verbunden mit der später zu behandelnden Hellfleckigkeit, ist bei den Araceen dieses Typus um so erspriesslicher, als der Blattstiel hier durch die gleich einem grünen Schirm über ihm angebrachte, mächtig entwickelte Spreite beschattet wird und um so wichtiger, als die Pflanze in der stagnierenden feuchten Luft des schattigen Tropenwaldes ihre eigentliche Heimat findet. Das Bedürfniss der Transpirationssteigerung genügt meines Erachtens um uns das so sonderbare, oft schlangenähnliche Aussehen jener Araceenblattstiele verständlich zu machen. Die manche Thiere abschreckende Schlangenähnlichkeit (vgl. S. 145) ist wohl eine blos zufällige Nebenerscheinung. Dass sie etwa durch Selection noch eine Steigerung erfahren haben mag, ist eine nicht von vornherein abzulehnende Möglichkeit, scheint uns aber um so weniger wahrscheinlich zu sein, als diese Pflanzen in ihrem gefährlich wirkenden Rhaphidenapparat gegen omnivore Thiere schon hinreichend geschützt sind.

Die im Dienste der Transpiration stehende Heizvorrichtung

findet sich zwar besonders verbreitet bei Blättern von zarterer, krautiger Beschaffenheit, ist aber keineswegs mit anders beschaffener Consistenz unvereinbar. Schon in der mitteleuropäischen Flora treten uns succulente Pflanzen mit partieller Rötung der Spreite entgegen. Bei *Sempervivum tectorum* ist das spaltöffnungreiche Blattende durch intensive Rötung ausgezeichnet. Es mag zunächt befremdend erscheinen, wenn von einer Einrichtung zur Transpirationssteigerung die Rede ist bei einer succulenten Pflanze, die man wie alle Succulenten immer nur als Beispiel eines gegen Wasserverlust besonders gut geschützten Organismus anführt. Hierbei ist aber nicht zu vergessen, dass bei allen Landpflanzen ohne Ausnahme Einrichtungen sowohl zur Förderung als zur Beschränkung der Wasserdampfabgabe bestehen; in anderen Worten es ist jede Pflanze im Stande die Transpiration in mehr oder weniger ausgiebigem Grade zu regulieren und in nicht wenigen Fällen finden sich die wirksamsten Schutzmittel gegen Austrocknung vereint an demselben Blatt mit Einrichtungen zur Förderung der Wasserdampfabgabe. Nur beziehen sich — und diese für das Verständniss wichtige Unterscheidung, ist oft zu sehr vernachlässigt worden — die ersteren vorwiegend auf die cuticuläre Transpiration, die letzeren auf die der Pflanze allein förderliche, weil Assimilationsgaswechsel ermöglichende und Nährsalzherbeischaffung begünstigende stomatäre Transpiration.

Besonders die Epiphyten, deren so ausserordentlich merkwürdige, zuerst durch SCHIMPER [1]) genauer studierte Anpassungserscheinungen so manches Licht auf die ganze Pflanzenbiologie geworfen haben, zeigen die beiderlei vorher erwähnten Einrichtungen in schönster Weise vereinigt. Zu der mächtig entwickelten Cuticula, die epiphyten *Orchideen* gestattet Monate lang ohne Wasseraufnahme bei intensiver Besonnung auszuharren, kommt nicht selten Erythrophyllie (*Oncidium papilio*) oder Hellfleckigkeit hinzu (*Phalaenopsis Schilleriana*). Die *Cyrtandree Aeschynanthus marmoratus*, deren abgeschnittene Blätter

1) A. F. W. Schimper. Die epiphytische Vegetation Amerikas. Jena 1888.

dank der wasserdichten Cuticula und des in dem Wassergewebe aufgespeicherten Wassers sich wochenlang frisch erhalten, besitzt in dem stellenweise reichlich vorhandenen Erythrophyll ein ergiebiges Förderungsmittel der Transpiration.

Jugendrote Pflanzenteile.

Ehe wir mit der Rotfärbung als Mittel zur Hebung der Transpiration abschliessen, muss hier noch derjenigen Fälle gedacht werden, in denen das Erythrophyll blos vorübergehend, in der jungen in Entfaltung begriffenen Blattspreite vorkommt, um jedoch später wieder vollständig zu verschwinden. Für die einheimischen Gewächse, deren Rötung in so deutlicher Weise durch niedere Temperaturen begünstigt wird, könnte man vielleicht geneigt sein anzunehmen, dass es hierbei blos auf Begünstigung der Stoffwanderung oder von Stoffwechselprocessen im Allgemeinen ankomme. Bedenkt man aber, dass die Rotfärbung jungen Laubes auch in den Tropen auftritt und dort eine der merkwürdigsten Eigentümlichkeiten der Pflanzenwelt ausmacht, so wird man doch in Erwägung ziehen müssen, ob nicht der Vorteil der Rötung ausserdem noch nach einer anderen Seite zu suchen sein mag.

Ihre höchste Ausbildung erreicht, wie aus vielen Reisewerken und Schilderungen der Tropen ersichtlich ist, die so auffallende Färbung des jungen Laubes in den feuchtesten Strichen der Tropenländer. In Mexico habe ich sie namentlich in den feuchten, tief eingeschnittenen *barrancas* der *tierra caliente* gefunden, während in den trockeneren höheren Lagen nur die auch uns bekannten lichten Farbentöne vertreten waren. Die Färbung des jungen Laubes, die besonders intensiv hervortritt, so lange der Chlorophyllapparat noch mangelhaft ausgebildet ist, kann weder an niedrige Temperatur, noch an intensive Beleuchtung geknüpft sein, denn in Java, wie in Mexico, fand ich viele der schönsten Färbungen im dichten Waldesschatten.

Nicht weniger auffallend als die Intensität der Färbungen ist die Mannigfaltigkeit der Farbentöne. Rot in verschiedenen

Nuancen herrscht vor, jedoch sind auch andere Farben nicht ausgeschlossen. Im botanischen Garten von Buitenzorg habe ich einige Farbentöne vermerkt, die aber die vorkommende Mannigfaltigkeit bei weitem nicht erschöpfen. Neben fast rein weissen Spreiten, die ziemlich selten sind, fallen vor allem rotfarbige Blätter in verschiedenen Schattierungen auf. Besonders häufig sind hellrötliche Töne, die wir auch von manchen unserer Holzgewächse kennen; dazu kommen aber weinrote Färbungen (*Tetracera laevigata* Miq., *Oxymitra biglandulosa* Scheff.), hellkastanienbraune (verschiedene *Gnetumarten*), hellrosa farbige (*Capura spectabilis* Bl., verschiedene *Jambosa*-arten und andere *Myrtaceen*), ja prächtig blaue (*Kibessia azurea* Dc.).

Es dürfte schwer fallen, namentlich ausserhalb der Tropen, die Bedeutung aller dieser so auffallenden Färbungen im einzelnen festzustellen. Dass die Lichtschirmtheorie, (vergl. weiter oben S. 159 u. f.) wenigstens insofern, als das in den jugendroten Blättern der Tropenpflanzen vorherrschende Blattrot diese Funktion übernehmen soll, auch hier versagen wird, ist um so sicherer anzunehmen, als ja der zu schützende Chlorophyllapparat sich erst dann völlig ausbildet, wenn der Farbstoff schon verschwunden oder im Verschwinden begriffen ist. Dasselbe gilt von der Annahme *Keeble*'s, der auf Grund richtiger, aber unrichtig gedeuteter Versuche (vergl. weiter oben S. 152) in dem Erythrophyll, welches die Wärmestrahlen reflectieren soll, eine Schutzeinrichtung gegen übermässige Erwärmung erblickt.

Gegen beide Ansichten spricht schon der Umstand, dass viele der schönsten Färbungen jugendlichen Laubes an schattigen Standorten angetroffen werden. Wenn auch der Gedanke, dass es auf Begünstigung der Stoffwanderung, die für die jugendroten und herbstlich geröteten Blätter der Pflanzen kühler Erdstriche unabweisbar ist und auch für Pflanzen der, während der Belaubungszeit Tag und Nacht hoch temperierten Tropenländer nicht von vornherein zurückzuweisen ist, da ja rote Blattnervatur auch in den Tropen häufig genug vorkommt (viele *Begonien*, *Musa ensete*), so muss man sich doch fragen, ob der Vorteil der Dunkelfärbung des jungen Laubes nicht nach der-

selben Seite zu suchen sei, wie bei den permanent roten Blättern, nämlich in der Förderung der Transpiration?

Die gegenteilige Ansicht *Keeble*'s, welcher sich speciell äuf die Hängezweige tropischer *Caesalpinieen*, wie *Amherstia nobilis* u. s. w. bezieht und nicht nur in der Rotfärbung, sondern auch in der Hängelage eine Schutzvorrichtung gegen Versengung und überstarke Transpiration erblickt, ist um so weniger plausibel, als jene Gewächse, wie der Verfasser selbst hervorhebt, Schattenpflanzen sind.

Bekräftigt wird die hier gegebene Deutung der an jugendliche Stadien geknüpften Rotfärbung durch die Thatsache, dass neben gleichmässig dunkel gefärbten Blättern auch solche vorkommen, bei denen die Spreite hell und dunkel gesprenkelt ist und die also ganz an die dauernd gefleckten Blätter erinnern, nur dass bei ihnen dieser Zustand bloss vorübergehend ist. *Brownea hybrida* und *B. grandiceps* gehören zu jenen Tropenpflanzen, deren junge Triebe schlaff herunterhängen. In fig. 1, T. XII meiner Abhandlung „über Regenfall und Blattgestalt" Bd. XI dieser Annalen, ist ein frisch austreibendes Exemplar von *Br. grandiceps* abgebildet. Eine einzelne Blattfieder ist in fig. 1, T. XVI dieser Abhandlung dargestellt. Die in eine lange Träufelspitze auslaufende Blättchenspreite führt abgerundete mehr oder weniger zusammenhängende grüne Makeln auf braunrotem Grunde. Das Erythrophyll ist in den roten Bezirken auf zwei Zellagen der Mitte des Blattquerschnittes beschränkt; Oberhaut und Gefässbündel sind frei von Farbstoff, der auch aus den erwähnten Schichten verschwindet, sobald das Blatt seine definitive Ausbildung und Ausbreitung erreicht hat. Ich begnüge mich hier mit der Erwähnung dieser Fälle von Sprenkelung jugendlicher Blätter, die ziemlich selten zu sein scheinen. Die Erklärung der Sprenkelung wird sich allerdings erst aus den im folgenden Abschnitt mitzuteilenden Erörterungen ergeben.

Wenn man die Berechtigung der in diesem Abschnitt gegebenen Deutung der an jugendliche Stadien geknüpften totalen oder partiellen Rotfärbung zugiebt, so muss man sich des weiteren fragen, womit es wohl zusammenhängen mag, dass das

Blattrot, welches bei manchen Schattenpflanzen sich zeitlebens erhält, bei der Mehrzahl der Pflanzen freier Standorte und auch vielen Schattenbewohnern verschwindet, sobald das Blatt die volle Ausbildung erreicht und die fixe Lichtlage angenommen hat?

Wenn die Transpiration überhaupt ein wichtiger Vorgang ist und wir die Pflanzen sich so mannigfaltiger Mittel bedienen sehen, um sie zu fördern, so darf es nicht wundern, wenn die jugendlichen Blätter, die zu ihrer Ausbildung reichliche Nährsalzzufuhr erheischen, bei denen aber die Transpirationsgrösse aus so verschiedenen Gründen schwächer ist als im ausgewachsenen Zustande, sich des Erythrophylls zur Hebung derselben bedienen. Wenn andererseits das Blattrot später aus dem ausgewachsenen Blatte verschwindet, so mag dies zum Teil damit zusammenhängen, dass es entbehrlich geworden ist oder aber seine Gegenwart unter Umständen nachteilige Folgen haben könnte. Erhielte sich der rote Farbstoff bei völlig ausgebreiteten Blättern sonniger, zeitweise wasserarmer Standorte, so wäre vielleicht nicht selten die Gefahr der Versengung vorhanden; häufig genug träte jedenfalls eine übermässige Steigerung der Transpiration ein; das Blatt würde welken oder wenigstens, durch Verengerung der Spaltöffnungen, in seiner Assimilationsenergie geschwächt. Bemerkenswerth ist es jedenfalls, dass die in kühlen Frühlingsperioden bei uns so verbreitete Rötung der jungen Triebe bei der grossen Mehrzahl der Pflanzen verschwindet, sobald die ersten warmen Frühlingsnächte eingetreten sind.

Hellfleckige Blätter.

Wenn man als erwiesen betrachtet, dass die Pflanze in dem Blattrot ein Mittel zur Förderung der Transpiration besitzt, so wird man auch zu begreifen suchen, wie es kommt, dass neben Pflanzen, bei denen die ganze Oberhaut der Unterseite oder das gesammte Schwammparenchym den Farbstoff führen, auch solche existieren, bei denen das Erythrophyll nur grössere oder kleinere Bezirke rot färbt; man wird sich die Frage

stellen, warum das Blatt den Farbstoff nicht gleichmässiger ausbildet und in mehr oder weniger ausgedehnten Bezirken auf den daraus erwachsenden Vorteil der rascheren und stärkeren Erwärmung verzichtet? Bei der Beantwortung dieser Frage wird man zweierlei verschiedene Fälle auseinander halten müssen. Dort wo das Blattrot auf die Oberseite des Blattes (Oberhaut oder daran grenzendes Assimilationsparenchym) concentriert ist, liegt die Annahme nahe, dass die Differenzierung in verschiedene Bezirke den Sinn hat neben Stellen, in denen wie sonst in den rein grünen Blättern die Funktionen der Assimilation und Transpiration gleichmässig nebeneinander bestehen, noch andere zu schaffen, die bei wenn auch geringer Beeinträchtigung der Assimilation dafür um so geeigneter sind unter erschwerten Transpirationsbedingungen den Zufluss mineralischer Nahrung zu begünstigen. Diese Auffassung dürfte eine befriegende, wenn auch vielleicht nicht erschöpfende Erklärung abgeben für viele rotfleckige Pflanzen der einheimischen Flora (*Orchis maculata*, *Polygonum persicaria*, *Phyteuma spicatum*, die fleckigen *Compositen*). Nicht mehr ausreichend ist sie aber für die Fälle, wo das Blattrot auf das Schwammparenchym oder gar auf die Epidermis der Blattunterseite beschränkt ist und trotzdem grössere Blattbezirke des Farbstoffs entbehren oder denselben doch nur in minimalen Quantitäten enthalten z. B. *Sonerila Hendersoni* (fig. 7 *a* u. *b*. T. XVI) und *Begonia falcifolia* (fig. 4 *a* u. *b* T. XVII). Von einer Beeinträchtigung der Assimilation durch das Erythrophyll kann natürlich hier kaum die Rede sein. Die Erklärung des Farbstoffmangels in den hellen Bezirken ist nach einer anderen Seite zu suchen, sie ist *implicite* enthalten in der Erklärung der hellen Flecken, die seltener bei einheimischen Pflanzen, um so häufiger aber und zwar in wunderbarer Ausbildung bei zahlreichen Schattenpflanzen der Tropenländer angetroffen werden.

Die hellen Flecken, deren Farbe vom lichten Graugrün bis zum glänzenden Silberweiss geht, sind meist dadurch bedingt (vergl. Hassack l. c.), dass mehr oder weniger ausgedehnte Lufträume, gewöhnlich zwischen Epidermis und oberste Parenchymlage

eingeschoben sind. KERNER, der das Vorkommen der einheimischen Formen, wie *Galeobdolon*, *Pulmonaria*, *Cyclamen* an recht feuchten, schattigen Standorten hervorhebt, sieht in den hellen Flecken Mittel zur Förderung der Transpiration, worin wir ihm beistimmen, wenn auch seine Annahme, dass es sich hier blos um eine mächtigere Entwickelung der Lücken des Schwammparenchyms handele, sicher nur für die wenigsten Fälle wie z. B. für *Trifolium pratense*, dessen helle Blattstellen blaues Kobaltpapier besonders rasch röten, passt und gerade für die grossen Silberflecken vieler Tropenpflanzen ganz unzureichend ist. Denn gerade bei diesen fehlen in der grossen Mehrzahl der Fälle die Spaltöffnungen, die ja überhaupt aus leicht begreiflichen Gründen von der Blattoberseite der tropischen Schattenpflanzen gewöhnlich ausgeschlossen sind, über den hellen Stellen vollständig: *Begonia rex*, *Justicia picta*, *Cypripedium Lawrenceanum*, *Anthurium crystallinum*, *Pteris cretica* var. *albo-lineata* u.s.w.

Auch bei manchen einheimischen hellfleckigen Pflanzen werden die Spaltöffnungen auf der Oberseite vermisst: *Cyclamen europaeum*, *Goodyera repens*, oder es sind dieselben, wenn sie an der Oberseite des Blattes überhaupt vorkommen, seltener über den hellen als über den grünen Bezirken: *Galeobdolon luteum*, *Lamium maculatum*, *Sylibum marianum*. Die hellere Färbung der Stellen, deren physiologische Funktion wir festzustellen suchen, ist zwar hauptsächlich den stärker entwickelten und oft, z. B. bei den silberglänzenden Blättern der *Begonien*, parallel zur Oberfläche angeordneten Intercellularräumen zuzuschreiben, in vielen Fällen wird sie aber verstärkt, in anderen wieder hauptsächlich erreicht durch mangelhafte Ausbildung der Chlorophyllkörner.

Ist die Luftschicht, welche die Spiegelung verursacht, direct zwischen Epidermis und Assimilationsparenchym eingeschoben, so sind die im darunter liegenden Gewebe befindlichen Chlorophyllkörner allerdings oft ebenso kräftig ausgebildet als an den dunkelen Stellen: *Trifolium pratense*, *Lamium maculatum*. Anders gestaltet sich die Sache bei *Ranunculus ficaria*, wo der Lichtreflex durch einen unter der obersten Parenchymschicht liegenden

Intercellularraum hervorgerufen wird. Bei dieser Pflanze sind an den hellen Stellen die Palissadenzellen, welche an den grünen und roten Bezirken vorkommen, durch annähernd kugelige oder eiförmig (fig. 5, T. XVII) gestaltete Zellen ersetzt, die mit ihrer abgerundeten Innenseite an grössere Intercellularräume grenzen, deren Luft die Reflexion des Lichtes verursacht. Während nun aber die tiefer liegenden Zellen des Schwammparenchyms (bei *b*) grosse, normal grüne Chlorophyllkörner führen, sind die entsprechenden Gebilde in den Zellen ausserhalb der Luftschicht klein (bei *a*) und von auffallend blassgrüner Färbung.

Bei tropischen Schattenpflanzen ist das Zurücktreten des Chlorophylls in den hellen Blattbezirken sehr verbreitet. Von Dicotylen sei auf *Sonerila Hendersoni* hingewiesen. Fig. 7 *a* und *b* auf Tafel XVI stellen Ober- und Unterseite eines Blattes dar. Die Oberseite ist frei von Spaltöffnungen. Auf Querschnitten durch die oberseits grün, unterseits rot erscheinenden Teile der Spreite treffen wir unter der Oberhaut, deren Zellen schwach nach aussen gewölbt sind, eine Lage von Palissadenzellen, darunter drei Lagen von Schwammparenchym. Unter den runden weissen Stellen fehlt das Palissadengewebe; es ist ersetzt durch zwei Schichten von Schwammparenchym, deren Zellen grosse Luftlücken zwischen sich lassen und in ihrem Inneren keine normale Chorophyllkörner, sondern bloss winzige Leucoplasten führen. Unter den hellen Flecken fehlt unterseits das Blattrot, welches an den dunkelen Stellen in den Zellen der Oberhaut localisiert ist.

Von Monocotylen mit mangelhafter Ausbildung des Chlorophylls unter den hellen Flecken erwähne ich *Dracaena Goldieana*, *Cypripedium javanicum*, *C. Lawrenceanum*, *Cryptanthus Beuckeri*. Bei *Dracaena Goldieana* wechseln fast weisse Binden mit grünen ab. Bei *Cypripedium Lawrenceanum* ist die Spreite in annähernd viereckige, abwechselnd weisslich und grün gefärbte Felder eingeteilt. Die helle Färbung der weisslichen Stellen beruht teils auf der mächtigeren Entwickelung der Intercellularräume, teils auf der schwächeren Ausbildung des grünen Farbstoffs in den Chlorophylkörnern. Bei der *Bromeliacee Cryptanthus Beuckeri*, deren

oberseits gelblich grüne Lamina dunkelgrüne hieroglyphenähnliche Flecken besitzt, ist die Chlorophyllreduction im Blatte eine sehr weit gehende, da die dunkelen Stellen an Ausdehnung den hellen gegenüber so weit zurücktreten, dass sie blos etwa halb so ausgedehnt sind als die hellen. An den lichten Stellen sind bei dieser Pflanze die Chlorophyllkörner in der oberen Hälfte des Blattquerschnitts durch fast farblose Leucoplasten vertreten.

Noch weiter geht die Reduction des Chlorophylls bei dem buntblätterigen *Caladium bicolor* Vent., von dem allerdings nicht leicht festzustellen ist, in wie weit hier schon die künstliche Zuchtwahl eingegriffen hat. Auf der sonst rein grünen Spreite finden sich rote und weisse Flecken von grösserer oder geringerer Ausdehnung. Die Structur der Blattunterseite ist an den weissen Stellen die gleiche wie an den grünen. Die Stomata sind in gleicher Zahl, das Schwammparenchym führt gleich grosse Lacunen, nur sind die Chlorophyllkörner sehr unvollkommen ausgebildet und das Chlorophyllarme Schwammgewebe reicht hier bis an die etwas eingesunkene Epidermis der Oberseite heran.

Ebenso bemerkenswerth ist der Bau des Blattes von *Dieffenbachia picta Schott var. Bausei*, die an feuchten Plätzen in Westindien und im tropischen Südamerika ihre Heimat haben soll. Die Grundfarbe des Blattes ist hier ein sehr lichtes Grün. Nur die Blattnerven heben sich als zarte dunkelgrüne Streifchen davon ab. Ausserdem ist der Blattrand unregelmässig dunkelgrün gesäumt und einzelne dunklere Flecken sind über das Blatt zerstreut. In der Epidermis der Blattunterseite sind die Stomata am zahlreichsten an den oberseits ganz weissen Stellen, etwas spärlicher an den lichtgrünen und dunkelgrünen.

Von allen weissfleckigen Blättern, die ich untersucht habe, ist diese *Aracee* diejenige, welche die schwächste Ausbildung des Chlorophyllapparates in den weissen Stellen zeigt. Nur in den Schliesszellen der Spaltöffnungen sind die Chlorophyllkörner, wenn auch klein, doch normal ausgebildet. Die Zellen des grosslückigen Schwammparenchyms führen ausser einigen winzigen

lichtgrünen Leucoplasten nur wasserhellen Inhalt und trotzdem möchte ich sie nicht für pathologisch afficiert halten, da sie einen grossen durchaus normal aussehenden Zellkern führen.

Wie hat man sich nun diese höchst sonderbaren Bildungen zu erklären? Ganz sicher sind die Silberflecken der *Begonien*, die hellen Stellen der gefelderten *Cypripedien*, der quer gebänderten *Dracaena Goldieana*, die weissen Flecken von *Dieffenbachia* und mancher anderen Pflanzen nicht erst bei Gartenformen entstandene und durch künstliche Zuchtwahl erhaltene Eigenschaften, sondern sie kommen bei wild wachsenden Pflanzen vor, müssen also der natürlichen Auslese unterlegen haben und sich als günstige, den Verhältnissen entsprechende physiologische Eigenschaften erhalten und weitergebildet haben. Sehr befremden muss es im ersten Augenblick, dass an schattigen Standorten, wo sonst gewöhnlich Blätter mit lebhaft grüner Spreite angetroffen werden, es wiederum Pflanzen giebt, die ihren Chlorophyllgehalt verringern und ausserdem, durch Einschaltung von das Licht reflectierenden Luftschichten, das Eindringen der Strahlung in das Blattinnere erschweren. Schon *a priori* ist zu erwarten, dass durch die in Rede stehenden Organisationsverhältnisse die Assimilationsenergie beträchtlich geschwächt werden muss. Dass dies thatsächlich der Fall ist, lässt sich leicht durch das Experiment beweisen.

Ein nicht ganz ausgewachsenes Blatt von *Begonia rex*, dessen Spreite in dreierlei verschieden gefärbte Bezirke — rein grüne, braunrote und silberglänzende — differenziert war, liess ich bis zum Verschwinden der Stärke aus den Parenchymzellen im Dunkelen stehen. Das entstärkte Blatt wurde nunmehr dem Sonnenlicht ausgesetzt. Um das vielleicht zu intensive Licht zu dämpfen und zugleich Bedingungen herzustellen, die denen des natürlichen Standorts unserer Versuchspflanze entsprechen, wurde ein grosses Blatt von *Aristolochia sipho* zwischen Sonne und *Begonien*blatt eingeschoben. Nach zwei und abermals nach vier Stunden wurden kleine Fragmente aus den verschiedenfarbigen Bezirken des *Begonien*blattes herausgeschnitten und zwar jedesmal aus nahe benachbarten Blattpartieen. Bei Vornahme

der Jodprobe ergab sich in Bezug auf Stärkegehalt der einander homologen Parenchymzellen kein bemerkenswerter Unterschied zwischen grünen und roten Stellen; alle Zellen führten annähernd gleich grosse Stärkekörner. In den entsprechenden Zellen unter dem Silberspiegel waren dagegen die Stärkekörner viel kleiner, in den Parenchymzellen der Unterseite kaum nachzuweisen.

Wenn also schon an das Vorhandensein der Silberflecke, die das Eindringen der Strahlung in das sonst chlorophyllreiche Gewebe erschweren, eine beträchtliche Schwächung der Assimilationsenergie geknüpft ist, so muss die Einbusse noch grösser sein bei jenen Blättern, deren Chlorophyll so mangelhaft ausgebildet ist, wie bei den erwähnten *Cypripedien*, der *Dracaena*, der *Dieffenbachia*. Diese Einbusse an Assimilationsenergie dürfte manchem Descendenztheoretiker als willkommenes Beispiel gelten für das Bestehen schädlicher Eigenschaften, die trotz natürlicher Auslese sich erhalten und gar weiter ausbilden sollen. Eine solche Annahme wäre aber hier durchaus verfehlt. Die Pflanze bringt zwar ein Opfer durch Erschwerung der Assimilationsbedingungen, aber nur um sich eines anderen, unter den waltenden Umständen wichtigeren Vorteils zu versichern: *dieselben Structurverhältnisse, welche die Assimilation erschweren, befördern unter gewissen physikalischen Bedingungen die Transpiration.*

Der Versuch die Hellfleckigkeit der Blattspreiten mit der grossen Luftfeuchtigkeit der Standorte in Beziehung zu bringen, stösst zunächst auf nicht geringe Schwierigkeiten, wenn man bedenkt, dass in Gesellschaft der hellfleckigen Kräuter auch rotfleckige oder unterseits gleichmässig rote Blätter angetroffen werden, ja sogar an denselben Blattspreiten neben den hellen Flecken oder Silberspiegeln dunkele erythrophyllführende Bezirke nicht selten vorkommen. Besondere Hervorhebung verdient auch das Verhalten einiger tropischen Pflanzen, die sowohl in rein grünen als auch in buntblätterigen Varietäten in unsere Gewächshäuser gelangt sind. So findet sich *Begonia heracleifolia* in einer Form mit gleichmässig freudig grüner Blattspreite, während eine andere als *var. nigricans* be-

zeichnete Pflanze, bei der die Ränder des gelappten Blattes durch Blattrot tief dunkel, fast schwarzbraun gefärbt sind. Der mittlere, die stärkeren Rippen umsäumende Teil der Spreite ist nun keineswegs rein grün, wie bei der vorigen Varietät, sondern, wegen den zwischen Oberhaut und Assimilationsgewebe eingeschalteten Intercellularräumen, graugrün, so dass also die Spreite in ihrer ganzen Ausdehnung nirgends rein grüne Farbe aufweist. Dasselbe gilt für *Begonia imperialis*, von welcher zwei Varietäten *smaragdina* und *maculata* in unseren Warmhäusern verbreitet sind. Die erstere zeigt (vgl. T. XVI fig. 4) eine gleichmässig freudig grüne Spreite; bei der zweiten (T. XVI fig. 3) führt die sonst graugrüne Lamina braune Flecken, die vom Rande ausgehend, sich mehr oder weniger nach der Mitte hin erstrecken, doch ohne die stärkeren Seitennerven zu berühren. Beiderlei Eigenschaften, die bei den bunten Varietäten nebeneinander auftreten, müssten, so denkt man zunächst, sich eigentlich ausschliessen, da es schwer verständlich erscheint, wie einmal an den dunkleren Stellen die ganze Organisation darauf hinarbeitet die Sonnenstrahlung sich dienstbar zu machen, das andere Mal wieder die Absorption der Strahlen durch die Einschiebung von Luftschichten erschwert wird. Und doch gelingt es zum Verständniss dieser merkwürdigen Organisation zu gelangen, wenn man genau erwägt, unter welchen Bedingungen die Vegetation jener Pflanzen vor sich geht. Die Luft ist dort, am schattigen Waldgrund oder im Sprühregen von Wasserfällen entweder mit Wasserdampf gesättigt oder doch dem Sättigungspunkt sehr nahe. In den sonnigen Morgenstunden gelangen einzelne Sonnenstrahlen direct oder vielfach reflectiert oder nachdem sie Blattspreiten durchstrahlt haben auf die scheckigen Pflanzen des Waldbodens, deren Blätter sich in Folge der eintretenden inneren Erwärmung in der Lage befinden Wasserdampf an die feuchte Luft abzugeben. Am günstigsten situirt sind jetzt die mit Erythrophyll versehenen Blätter oder Blattbezirke, aber auch die rein grünen, ja sebst die silberweissen Stellen werden trotz der ungünstigeren Absorptionsbedingungen, falls ihnen reichlichere Strahlung zukommt,

höher temperiert sein als die sie umgebende Luft und mithin ist die Möglichkeit einer Wasserdampfabgabe auch bei gesättigter Luft vorhanden. Wie bekannt umwölkt sich in den Tropen, während der Regenzeit, der Himmel oft schon in den späteren Vormittagsstunden. Gewaltige Regenmassen stürtzen hernieder und wenn sich der Himmel gegen Abend auch wieder aufklärt, so ist doch von einer erheblichen Wärmezufuhr nicht mehr die Rede. Luft und Pflanzen kühlen sich ab, allerdings äusserst langsam, da die täglichen Temperaturschwankungen sehr gering sind. Die Abkühlung beginnt oft schon in den Mittagstunden und setzt sich die ganze Nacht hindurch fort. Erst am Morgen, nach Sonnenaufgang, wird den Blättern wieder Wärme zugeführt. Die Abkühlung der Blattspreiten, insofern sie auf Ausstrahlung beruht, ist nun bei hell und dunkel gefleckten Blättern, wie dies unsere weiter oben (S. 159) mitgeteilten Versuche gezeigt haben, nicht gleichmässig über die Fläche verteilt. Da die Ausstrahlung direct der Wärmeabsorption proportional ist, so werden die hellen Stellen mit ihren als Isolatoren wirkenden Luftschichten sich langsamer als die grünen und diese wiederum langsamer als die roten abkühlen; sie bleiben bei sinkender Lufttemperatur und erschwerter Ausstrahlung, wie sie ja thatsächlich auf dem Waldboden im Schutze des Laubdaches vorhanden sein muss, höher temperiert als die Luft und es ist, so lange die erwähnten Bedingungen verwirklicht sind, die Abgabe von Wasserdampf an die Luft möglich, selbst dann noch wenn diese vollständig gesättigt ist. Eine ganz wesentliche Begünstigung erleidet an den höher temperierten Stellen die Transpirationsgrösse auch noch dadurch, dass sie sich weit langsamer und schwächer mit Thau beschlagen als die kühleren Partieen.

In den Tropen habe ich leider versäumt in den Abend- und Nachtstunden Temperaturmessungen an den Blattspreiten auszuführen. In der feuchten unbewegten Luft unserer Warmhäuser fand ich, Abends und in der Nacht, beim Umwickeln der Thermometerkugel mit der Lamina, die Blätter annähernd gleich temperiert wie die Luft. Thermoelectrische Messungen,

die hier, wo es sich um kleine Unterschiede handelt, allein zum Ziele führen könnten, habe ich unter diesen Verhältnissen, welche denen des Tropenwaldes sehr nahe stehen, nicht ausführen können.

Man könnte nun geneigt sein die unter den erwähnten Umständen stattfindende Begünstigung der Transpiration bei den hellen, mit Isolatoren versehenen Blattbezirken für gering anzuschlagen. Es ist jedoch zu bedenken, dass der starke Turgor der Parenchymzellen, ferner die beträchtliche Oeffnungsweite der Stomata das Transpirationsgeschäft in hohem Grade begünstigen. Die hellen Stellen der Spreiten werden um so mehr für die Pflanze an Bedeutung zunehmen, als an den heimatlichen Standorten die Ausstrahlung von Seite der Lamina die Zustrahlung zeitlich überwiegt, ein Verhältniss das in den feuchten Gebirgsgegenden der Tropenländer, wo die Sonnenstrahlen nur wenige Stunden und zwar meist sehr geschwächt zur Pflanzendecke des Waldbodens gelangen, oft genug verwirklicht ist.

Das Grössenverhältniss zwischen grünen und hellen bis silberweissen Bezirken der Blattspreiten ist, je nach den Pflanzenarten, sehr verschieden und es zeigen sich, wie wir schon gesehen haben (S. 174) bei einer und derselben Species nicht unbeträchtliche Schwankungen, die wir zum Teil als Rassen-eigenthümlichkeiten, zum Theil als Standortsvariationen ansehen müssen.

In manchen Fällen ist die Ausdehnung der hellen Stellen gering im Verhältniss zur der sonst grünen oder unterseits roten Spreite: Begonien mit kleinen rundlichen Silberflecken, *Sonerila Hendersoni* (fig. 7 *a* T. XVI). Vielleicht häufiger sind helle und grüne Bezirke von annähernd gleicher Grösse: *Eranthemum leuconeuron* (fig. 6 T. XVI), *Impatiens Mariannae* (fig. 5 T. XVI), *Begonia imperialis* var. *maculata* (fig. 3 T. XVI), Formen von *Begonia rex*, *Tradescantia zebrina* u. s. w. Am eigenthümlichsten sind aber die Fälle, in denen die hellen Bezirke die dunkelen an Grösse übertreffen, ja sie oft bis auf geringe Reste verdrängen. Schon bei *Cypripedium Lawrenceanum*, *Cryptanthus Beuckeri* treten die dunkelgrünen Stellen den hellen gegenüber zurück.

In noch viel höherem Grade ist dies der Fall bei *Dieffenbachia picta* var. *Bausei*, wo von dem hellgrünen Grunde, der ausserdem ganz weisse Flecken (vgl. S. 193) trägt, sich nur wenig ausgedehnte dunkelgrüne Partieen abheben.

Es wäre von grossem Interesse genauer zu wissen, unter welchen Standorts- und Klimatischen Verhältnissen die zuletzt erwähnte buntblätterige Pflanze, wie auch andere Araceen z. B. *Aglaonema*arten, deren Spreite ebenfalls in drei verschieden abgestufte Farbentöne differenziert ist, in ihrer Heimat angetroffen werden. Ich vermuthe dass sie an Örtlichkeiten, an denen der vorher geschilderte Character in ganz extremer Weise ausgebildet ist, ihren Wohnsitz haben.

III. Strahlenfang bei den Sammetblättern.

Der eigenthümliche Sammetglanz der Blattoberseite vieler Tropenpflanzen beruht bekanntlich [1]) auf der Papillenform der einzelnen Oberhautzellen. Mit starker Lupe oder unter dem Mikroskop bei auffallendem Licht betrachtet, erscheint eine derartig gebaute Oberhaut nicht gleichmässig beleuchtet, sondern es treten auf dunkelem Grunde ebenso viele Spitzlichter auf als nach aussen gewölbte Oberhautzellen vorhanden sind. Die Leistungen dieser von dem gewöhnlichen Bautypus abweichenden Oberhautzellen sind noch nicht hinreichend bekannt. In einer früheren Arbeit [2]) habe ich auf die leichte Benetzbarkeit der Sammetblätter aufmerksam gemacht. Die darauf gefallenen Wassertropfen verteilen sich sofort, selbst auf vorher trockener Spreite, zu einer äusserst dünnen, rasch verdunstenden Schicht. Auch nach starken Regengüssen haftet daher an den Sammetblättern das Wasser immer nur in sehr dünner Schicht, da der Überschuss fortwährend, gewöhnlich von der Spitze abträufelt. Schon damals hob ich jedoch hervor, dass in der hierdurch bewirkten raschen Trockenlegung der Blattspreite, welche die Transpiration begünstigt, die Bedeutung der papillösen Ober-

---

1) Hassack, l. c. S. 337.
2) Regenfall und Blattgestalt. S. 115.

flächenbeschaffenheit nicht erschöpft sei. Dieselbe stellt nämlich eine Einrichtung dar, die man am besten kurzweg als „*Strahlenfang*" bezeichnen kann.

Betrachtet man ein senkrecht zur Oberfläche von der Sonne bestrahltes Sammetblatt bei durchfallendem Lichte, so sieht man bei Anwendung einer starken Lupe eben so viele hellglänzende Punkte in der Substanz des Blattes erscheinen, als papillöse Oberhautzellen vorhanden sind. Auf Grund dieser Erscheinung könnte man geneigt sein anzunehmen, dass die papillenförmigen Zellen der Oberhaut als Concentrationslinsen fungieren und die Sammetblätter in den Stand setzen das an ihren schattigen Standorten spärlich vorhandene Licht auszunutzen; wissen wir ja dass eine derartige Einrichtung bei einer einheimischen Pflanze von Bedeutung ist.

Noll [1]) hat in seinem Aufsatz „über das Leuchten der *Schistostega osmundacea*" die eigentümliche Lichterscheinung, welche das in dunklen Höhlen wachsende Protonema dieses Pflänzchens hervorruft, auf ihre physikalischen Ursachen zurückgeführt. Die kleinen linsenförmigen Protonemazellen sind derartig gebaut und zum einseitig einfallenden Licht orientiert, dass die parallel auf die convexe, als Linse wirkende Vorderseite der Zelle treffenden Strahlen auf die, der zitzenförmig gestalteten Hinterseite anliegenden Chlorophyllkörner concentriert werden. Ein grosser Teil der in die Zelle eingetretenen Lichtstrahlen erleidet, nachdem er die Chlorophyllkörner passiert hat, an der Rückseite der Zellen, und zwar an der Grenze von Zellwand und Luft, totale Reflexion: dieselben werden in der characteristischen Farbe des Chlorophylls, nahezu parallel nach der Öffnung der Höhle, zurückgeworfen.

Durch die Fähigkeit der Protonemazellen das spärliche Licht auf den Chlorophyllapparat zu concentrieren ist dieses Pflänzchen in Stand gesetzt an Orten zu gedeihen, die für die meisten Pflanzen zu dunkel sind. Noll weist mit Recht darauf hin,

---

1) Noll, F. Ueber das Leuchten der *Schistostega osmundacea* Schimp. in Arbeiten a. d. bot. Institut in Würzburg. Bd. III.

dass manche Eigenthümlichkeiten der Schattenpflanzen in ihrer Blattstructur eine ähnliche Bedeutung haben mögen. Vor allem wird man erwarten dürfen in den schattigen Wäldern der Tropen neue Beispiele dieser ausgiebigen Lichtausnutzung zu finden. [1])

Man könnte nun geneigt sein den papillenförmigen Oberhautzellen der Sammetblätter ebenfalls die Rolle von Sammellinsen, die das Licht auf die Chlorophyllkörner concentrieren, zuzuschreiben. Eine Concentration des Lichtes ist nun auch in der That leicht zu beobachten. Man braucht blos ein Sammetblatt zwischen Sonne und Auge zu halten, so sieht man vermittelst der Lupe, ebenso viele glänzende Punkte im Blattinneren als papillöse Epidermiszellen vorhanden sind. Auf welche Strecke des Blattquerschnittes das Sonnenlicht concentriert wird, lässt sich aber auf diesem Wege nicht entscheiden. Hierzu ist die mikroskopische Beobachtung notwendig.

Werfen wir das Sonnenlicht vermittelst des Planspiegels auf die unbenetzte Oberseite eines dünnen Blattes, etwa von *Begonia falcifolia*, und betrachten dasselbe von der Unterseite, so

---

1) Während meines Aufenthaltes in Java habe ich auf das Vorkommen leuchtender Schattenpflanzen sorgfältig geachtet und bald auch zwei kleine thallöse, spaltöffnungführende Lebermoose gefunden, die durch ihren prächtigen Smaragdglanz mit unserer *Schistostega* wetteifern. Die sterilen, nach der gütigen Bestimmung durch Herrn *Stephani* in Leipzig, zur Gattung *Cyathodium* gehörigen Pflänzchen traf ich, die eine an schattigen Böschungen des aus der Salakschlucht *Tjiapus* hervorströmenden Baches, die andere, durch einen widerlichen Geruch ausgezeichnete Art in der näheren Umgegend von *Tjibodas*, wo sie an nassen, schattigen Felsen verbreitet ist. Auch in Mexico fand sich eine ähnliche Form dicht bei *Orizaba* in einer Kalksteinhöhle. Bei Keimlingen von Blüthenpflanzen schattiger Tropenwälder, zum Beispiel bei *Begonien*, *Klugia Notoniana* sind ähnliche Lichtreflexe ebenfalls sehr verbreitet. In allen diesen Pflänzchen ist die Oberhaut mit ihren Chlorophyllkörnern der Sitz der Lichterscheinung. Von einer Lichtconcentration auf die Chlorophyllkörner kann bei ihnen aber kaum die Rede sein, da die Aussenwand der Oberhautzellen, welche der Lichtquelle zugekehrt ist, nur sehr schwach gewölbt, fast eben ist. Die Chlorophyllkörner liegen bei schwachem Licht fast alle der ähnlich wie bei *Schistostega* gestalteten Hinterwand an. Der grüne Glanz beruht hier allein auf der vollkommenen Reflexion des durch die Körner gegangenen Lichts an der Grenze von Zellwand und Luft an der Rückseite der Zellen. Er verschwindet, wie bei *Schistostega*, sobald die Luft durch Wasser ersetzt wird, um sofort wieder zu erscheinen, wenn das eingedrungene Wasser wieder verdunstet. Bei stärkerem Licht werden die Körner von der Hinterwand nach den Seitenwänden transportiert, der grüne Glanz weicht reinem Silberglanz.

sehen wir einzelne Chlorophyllkörner in den Trichterzellen (fig. 4 T. XVII c.) im hellsten Lichte erglänzen. Die papillösen Epidermiszellen concentrieren also hier thatsächlich das eingedrungene Licht auf das Assimilationsparenchym. Doch kann die Concentration nur einer geringen Zahl der assimilierenden Zellen zu Gute kommen, denn unter jeder Epidermiszelle liegt nicht eine, sondern oft eine grössere Anzahl von grünen Zellen, von denen nur einige den aus der Concentration erwachsenden Vorteil ausnützen können.

Bei anderen Pflanzen wieder, wie z. B. *Piper porphyraceum* R. Br. (fig. 3 T. XVII) und in noch viel höherem Grad bei *Peperomia velutina*, wo das Wassergewebe noch etwa vier mal dicker ist, wird das Licht auf die Zellen des Wassergewebes concentriert. Schon diese Thatsache genügt um zu zeigen, dass es bei dieser Construction nicht auf die Concentration des Lichtes auf die Chlorophyllkörner, sondern auf etwas anderes ankommt. Uebrigens ist schon die Gestalt der Papillen keineswegs die von Sammellinsen, sondern die von mehr oder weniger steilen Kegeln.

Sehr niedrige Kegel finden sich bei *Cissus discolor*, *Ficus barbata*, *Fuchsia triphylla*, steile Kegel bei *Piper porphyraceum* (fig. 3 T. XVII), *Eranthemum Cooperi* (fig. 1 T. XVII), *Maranta zebrina*, *Philodendron Lindeni*.

Um die Wirkung der kegelförmigen Papillen für die Ausnutzung des Lichtes und der Strahlung überhaupt kennen zu lernen, kommen wir am raschesten zum Ziel durch Beobachtung des Verhaltens des Lichtes in einem künstlich hergestellten Körper von derselben Gestalt und wenigstens annähernd demselben Brechungsvermögen wie der Inhalt der papillenförmigen Epidermiszellen.

Aus klarer durchsichtiger Gelatine stellen wir eine beim Erkalten hinreichend feste, ihre Gestalt bewahrende Gallerte her, giessen die noch flüssige, zum Zweck der besseren Conservierung mit etwas Salicylsäure versetzte Masse in ein Gefäss von geeigneter Form, etwa in einen conischen Glastrichter, dessen Ausflussröhre verstopft worden ist. Nachdem die Gallerte zum Erstarren gelangt ist, wird die Form durch Eintauchen in

warmes Wasser etwas erwärmt und der sich loslösende Gelatinekegel auf die Mitte einer Glasplatte gesetzt. Die letztere legen wir auf einen der bei pflanzenphysiologischen Versuchen gebräuchlichen schwarzen Pappcylinder, auf dessen Boden ein Spiegel oder auch einfach eine spiegelnde Glasplatte angebracht ist und führen die Versuche im Dunkeln, bei künstlicher Beleuchtung aus.

Zunächst stellen wir ein Licht in einer Entfernung von mehreren Metern von dem Apparat auf und zwar in solcher Lage, dass die Strahlen parallel zur Glasplatte und senkrecht zur Kegelaxe auf den Gelatinekörper treffen. Im Grunde des Cylinders erblicken wir alsdann ein kreisförmiges Spiegelbild des Kegels, welches auf der von der Lichtquelle abgewendeten Seite einen hellen radial verlaufenden Lichtstreifen führt, der an Intensität zunimmt, wenn das Licht höher über die Ebene der Glasplatte emporgehoben wird. Dieser Versuch veranschaulicht in sehr einfacher Weise die Leistung des über die Blattfläche hervorragenden kegelförmigen Theils der Oberhautzellen der Sammetblätter. *Selbst solches Licht, welches annähernd parallel die Blattoberfläche streift, gelangt noch in das Blattinnere: die Papillen wirken als Lichtfänge oder besser gesagt Strahlenfänge.* Durch sie wird das Blatt befähigt auch solche Strahlen aufzunehmen, die unter sehr grossem Einfallswinkel auf seine Fläche eintreffen und für Blätter von dem gewöhnlichen Bau, mit flacher Aussenwand der Oberhautzellen, verloren sind.

Bei Blättern mit glatter, ebener Epidermis ist die Beleuchtungsintensität der Blattebene wie bekannt proportional dem Sinus des Einfallswinkels und ist also die Bestrahlung schon aus diesem Grunde um so schwächer, je mehr der Einfallswinkel von der normalen abweicht. Ausserdem nimmt mit wachsendem Einfallswinkel die Menge der eindringenden Strahlen auf Kosten der reflectierten ab. Blätter mit ebener Oberfläche werden daher die sehr schief auffallenden Strahlen nur zu einem geringen Teil aufnehmen und verwerthen können. Ganz anders liegen aber, wie unser Versuch gezeigt hat, die Verhältnisse bei den Sammetblättern, die an den schattigsten Standorten

der Tropen gedeihen und dort hauptsächlich, wenn nicht ausschliesslich, auf die diffuse, von allen Seiten auf sie treffende Strahlung angewiesen sind.

Zur Veranschaulichung des Gangs der Strahlen diene folgende Construction. Fig. 2, T. XVII stellt den medianen Längsschnitt durch die Epidermiszelle eines Sammetblattes dar. Ein Lichtstrahl der wie *a b* unter einem Winkel α von etwa 60 Grad auf die flache Aussenwand einer gewöhnlichen Oberhautzelle träfe, würde hier zum guten Teil reflectiert werden. Hier aber trifft er normal auf die Membran, tritt durch die Epidermiszelle hindurch und erleidet an der Stelle *c*, an der Grenze von Membran und Luft, totale Reflexion, in Folge deren er tiefer, in der Richtung *c d*, in das Blattgewebe eindringt. Ein Strahl *a' b'* dringt ohne wesentliche Ablenkung durch die Nachbarzelle hindurch direct ins tiefere Gewebe. Setzen wir den Fall, dass ein Strahl normal zur Blattfläche, also in der Richtung *a'' b''* auf die Papillenwand treffe. Hier wird er nun allerdings durch Reflexion stark geschwächt, aber die reflectierten Strahlen sind hiermit nicht verloren, sondern werden von den benachbarten Epidermiszellen aufgenommen.

Durch die als Strahlenfänge wirkenden Kegelzellen werden dem Blattinneren Strahlen verschiedener Wellenlängen zugeführt. Dadurch werden, von anderen Wirkungen der Strahlung abgesehen, sowohl die Kohlenstoffassimilation als die Transpiration begünstigt. Trotzdem dürfte der Nutzen der genannten Einrichtung vorwiegend in der Beförderung der Transpiration zu suchen sein und zwar aus folgenden Gründen.

1. Sammetblätterige Pflanzen finden sich nur in Gegenden mit sehr feuchtem Klima. In der mitteleuropäischen Flora scheinen sie ganz zu fehlen. Trotzdem ich die Gewächse der schattigsten und zugleich feuchtesten Waldschluchten der Umgegend Jenas und auch anderer Orte genau darauf hin geprüft habe, so konnte ich doch bis jetzt nirgends konische Oberhautzellen auffinden. Bei *Oxalis acetosella* und *Chrysosplenium oppositifolium* sind zwar wie bei manchen anderen unserer Schattenpflanzen, die Aussenwände der Oberhautzellen etwas nach aussen ge-

wölbt, aber gleichmässig abgerundet, nicht kegelförmig verjüngt. In den Tropen kommen, wie schon hervorgehoben wurde (S. 171), die Sammetblätter, wenn auch nicht ausschliesslich, so doch ganz vorwiegend in den allerfeuchtesten Strichen vor und zwar besonders häufig in Gesellschaft der hygrophilsten aller Landpflanzen, der Hymenophyllaceen und ähnlich gebauter anderer Farne.

2. Die dem Strahlenfang dienende Einrichtung wird nicht selten aufgegeben oder doch wesentlich abgeschwächt dort, wo es im Interesse der in anderer Weise zu erzielenden Wasserdampfabgabe erforderlich ist. Bei gleichmässig grünen Sammetblättern (*Ficus barbata*, manche *Marantaceen*) oder solchen, deren Unterseite gleichmässig rot gefärbt ist (*Cyanophyllum magnificum*), sind allerdings auf der ganzen Oberseite, die Blattnerven ausgenommen, die Oberhautzellen zu kegelförmigen Strahlenfängen ausgebildet. Anders gestaltet sich die Sache bei Blättern mit Differenzierung in verschiedenartig ausgebildete Bezirke.

Besonders lehrreich sind in dieser Beziehung manche Begonien. Eine Form von *Begonia rex* deren dunkeler Blattrand von der ebenfalls dunkelen Blattmitte durch einen breiten Silberspiegel getrennt ist, zeigt an den dunkelen Stellen das Blattrot im Schwammparenchym und in der Epidermis der Unterseite; unter dem Silberspiegel ist das Blattrot nur in der Epidermis enthalten. Die Strahlenfangkegel sind an diesem Blatt bloss an den dunkleren Blattstellen vorhanden; über dem Silberspiegel fehlt die Wölbung der Oberhautzellen, ihre Aussenwand ist flach.

Bei *Begonia falcifolia* führt die sonst braungrüne Blattspreite kleine über die Fläche zerstreute Silberflecken, die sich auch unterseits durch die blosse Färbung verrathen. An den braunen Stellen findet sich reichlich Blattrot in der unteren Epidermis und in der einschichtigen Schwammparenchymlage (fig. 4*a* T. XVII); hier sind auf der Oberseite die Epidermiszellen zu Strahlenfängen ausgebildet. Die letzteren fehlen dagegen an den Silberflecken (fig. 4*b* T. XVII); die Chlorophyllkörner sind hier spärlicher vorhanden, das Blattrot ist sehr schwach ausgebildet oder fehlt vollständig.

Dieser bedeutsame Unterschied im Bau wird uns verständlich, wenn wir uns die Transpirationsleistung der verschiedenen Blattbezirke, einmal bei Zustrahlung, das andere Mal bei Ausstrahlung vergegenwärtigen. Bei Zustrahlung sind es die dunkelen Stellen, die sich rascher und stärker erwärmen und zwar wirken hier mehrere Umstände in derselben Richtung: die zu Strahlenfängen ausgebildeten conischen Oberhautzellen, das durch Luftschichten nicht erschwerte Eindringen der Strahlen in die Trichterzellen, das reichlich vorhandene Blattrot und endlich die grösseren und zahlreicheren Chlorophyllkörner. An den Silberflecken sind diese Eigenschaften entweder in minderem Grade ausgebildet — schwache Ausbildung oder gar Fehlen des Erythrophylls, schwächere Ausbildung des Chlorophyllaparates — oder sie fehlen ganz — Conische Ausgestaltung der Aussenseite der Oberhautzellen, Luftschicht zwischen Trichterzellenschicht und Oberhaut. Alle diese Umstände verlangsamen bei sinkender Lufttemperatur und fehlender Zustrahlung, die Wärmeabgabe von Seiten des Blattes und begünstigen die Wasserdampfabgabe. Das auch sonst bei Sammetblättern verbreitete Ausbleiben der Papillen über den Silberflecken steht also in vollem Einklang mit der hier aufgestellten Ansicht über die Bedeutung aller dieser Bildungen.

Begonia imperialis.

Einen von den gewöhnlichen Sammetblättern wesentlich abweichenden Bau zeigt das Blatt der schon früher behandelten *Begonia imperialis* Lem., welches man wegen der Ähnlichkeit im Aussehen mit dem „*Peluche*" genannten Stoff als „*Pelucheblatt*" bezeichnen kann. (Fig. 3 u. 4 T. XVI u. fig. 6 T. XVII.)

Das eigentümliche Aussehen der Blätter dieser Pflanze ist, wie schon Hassack (l. c. S. 339) bemerkt, dadurch bedingt, dass die einzelnen, zwischen den feinsten Nervenverzweigungen liegenden Feldchen des Blattes sich hoch emporwölben und Papillenform annehmen. Den genaueren Bau dieser hohlkegelförmigen Zotten mit den darin vorkommenden verholzten mecha-

nischen Fasern hat Haberlandt [1]), auf dessen Darstellung ich verweise, behandelt. Seinen aus dem merkwürdigen Bau abgeleiteten Schlussfolgerungen kann ich jedoch nur zum geringsten Teil beistimmen.

Haberlandt glaubt annehmen zu müssen, dass *Begonia imperialis* eine an trockene, sonnige Standorte angepasste Pflanze sei. Die Bedeutung der mechanischen Fasern, die die Zotten durchziehen, können nach ihm bei ihrer centralen Lage nicht die Aufgabe haben, die Zotten biegungsfest zu machen, sondern es bleibt nur die Annahme übrig, dass ihnen die Aufgabe zukomme eine zu weit gehende Schrumpfung der genannten Organe in der Längsrichtung hintanzuhalten. Über die Beschaffenheit der heimatlichen Standorte von *Begonia imperialis* fehlen uns zwar nähere Angaben. Eine andere Art mit gelappten Blättern aber ähnlichem Bau, nur dass bei ihr die Hohlkegel weit grösser und schon mit blossem Auge erkennbar sind, fand Herr Dr. Karsten im Staate *Chiapas* im südlichen Mexico an äusserst feuchten, schattigen Plätzen. Das kräftige Gedeihen von *Begonia imperialis* in der feuchtwarmen Abteilung unserer Gewächshäuser weist ebenfalls auf wasserdampfreiche Standorte hin, eine Annahme die durch die physiologischen Eigenschaften des Blattes eine feste Stütze erhält. *Begonia imperialis* gehört zu denjenigen Pflanzen, die beim Welken ihre Spaltöffnungen nicht zu schliessen vermögen und sich also wie viele Sumpfpflanzen oder Bewohner der feuchtesten Tropenwälder (z. B. *Impatiens Mariannae*) verhalten. Die Blätter röten nämlich mit ihrer Unterseite dauernd, bis sie vertrocknen, blaues Kobaltpapier. Wie so viele andere Pflanzen der schattigen Tropenwälder, die, trotzdem sie in trockener Luft die geeigneten Existenzbedingungen nicht finden, sich nichtsdestoweniger der mannigfaltigsten Mittel bedienen um den erschwerten Transpirationsstrom zu begünstigen, so ist auch *Begonia imperialis* mit Steigerungsmitteln reichlich bedacht. Neben der bleibenden Öffnungsweite

---

1) G. Haberlandt, Zur Anatomie der Begonien. Mittheilungen des naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark 1887.

der Spaltöffnungen sind, wenigstens bei der var. *maculata*, in dieser Richtung wirksam das Erythrophyll und die als Isolatoren wirkenden Luftschichten. Die braunfleckige Varietät, die wohl an den allerfeuchtesten Standorten zu finden sein dürfte, unterscheidet sich nämlich, wie wir schon gesehen haben (S. 196) von der rein grünen nicht bloss durch das an den dunkelen Stellen vorhandene Erythrophyll, sondern auch durch die graugrüne Färbung der hellen Bezirke, welche auf dem Vorhandensein von Intercellularräumen zwischen Oberhaut und Assimilationsparenchym beruht.

Haberlandt ist zu der Annahme gelangt, es liege in dem eigenthümlichen Bau des Blattes eine Anpassung an trockene, sonnige Standorte vor, wohl in erster Linie durch den Vergleich der hohlkegelförmigen Ausstülpungen unserer *Begonia* mit den Kräuselungen, Fältelungen der Blattspreiten, die an Pflanzen sonniger Standorte häufig genug zu beobachten sind. So sonderbar es nun im ersten Augenblick erscheinen mag, dass an einer Schattenpflanze, deren Standortsgenossen ihre Blattspreiten gewöhnlich mit peinlicher Sorgfalt flach ausbreiten, die Unebenheit im gesteigertsten Masse auftritt, so ist sie doch unschwer zu verstehen. Für die Absorption der diffusen Strahlung ist nämlich eine durch Unebenheiten bedingte matte Oberflächenbeschaffenheit sehr geeignet. Ausserdem ist zu bedenken, dass das Assimilationsparenchym, welches hier über die Blattaderung emporgehoben ist und eine Stütze in den biegsamen elastischen Fasern findet, ganz besonders geeignet sein muss auch die schief zur Blattfläche einfallende Strahlung auszunützen.

Die Organisation von *Begonia imperialis* bildet ein lehrreiches Gegenstück zu den gewöhnlichen Sammetblättern. Während bei diesen durch die conischen Papillen die Strahlen aufgefangen und in's Blattinnere, oft erst durch ein mächtiges Wassergewebe hindurch, dem Assimilationsparenchym zugeleitet werden, drängt sich bei *Begonia imperialis* das grüne Gewebe über die Ebene der Spreite empor: beides Einrichtungen, welche die Ausnutzung des seitlich auffallenden Lichtes in einer Weise ermöglichen, wie sie bei ebenflächigen Spreiten ausgeschlossen ist.

Schlussbemerkungen.

Die Untersuchung der anders als rein grün gefärbten Vegetationsorgane hat uns verschiedenartige Einrichtungen kennen gelehrt, die die Pflanze in der Nutzbarmachung der Sonnenstrahlung unterstützen. Der rote Farbstoff muss, so lange nicht kräftigere Stützen für die Schirmtheorie beigebracht werden, als ein strahlenabsorbierendes Mittel gelten, welches die Pflanze benutzt um eine unter Umständen vorteilhafte Erwärmung ganzer Organe oder auch nur einzelner Teile herbei zu führen. Die höhere Temperierung Blattrot führender Teile kann nach zwei Seiten von Vorteil sein. Erstens werden, bei Temperaturen unter dem Optimum, Stoffwanderung und Stoffwechselprocesse überhaupt gefördert; die höhere Temperierung begünstigt aber auch den in physiologischer Beziehung so wichtigen Vorgang der Transpiration. Während in den kühleren und kalten Klimaten, wo gerade durch niedere Temperaturen die Rötung in augenfälliger Weise begünstigt wird, der Vorteil der Erwärmung häufiger in der Begünstigung der Stoffwanderung und anderer im Plasma sich abspielender Processe zu suchen sein wird, liegt bei den Bewohnern der feuchten Tropenländer, und in geringerer Verbreitung auch bei uns, der Nutzen höherer Temperierung in der Förderung der Transpiration. Diese Funktion wird ausserdem in hohem Grade gefördert durch die als Strahlenfänge wirksamen conischen Papillen der Oberhaut sammetblätteriger Pflanzen.

Hellfleckigkeit, die einerseits bei Wüstenpflanzen (Arten von *Aloë*, *Mesembryanthemum* u. s. w.), andererseits bei Gewächsen der feuchten Tropenwälder besonders verbreitet ist, erschwert sowohl das Eindringen der Sonnenstrahlung in's Blattinnere als das Ausstrahlen der Wärme aus demselben. Bei Wüstenpflanzen kommt es auf das erstere Moment an; es wird, worauf ich in einer späteren Abhandlung zurückkommen werde, die Gefahr der Versengung vermindert; bei den Pflanzen feuchter Landstriche und Standorte bewährt sich die langsamere

Ausstrahlung als ein Mittel, die Verdunstung, auch bei ausbleibender Wärmezustrahlung [1]) und selbst noch bei gesättigter Luft, zu fördern oder überhaupt zu ermöglichen.

Unsere Untersuchung, die sich direct an zwei frühere Arbeiten anschliesst, liefert zunächst neue Beweise für die in „Regenfall und Blattgestalt" ausgesprochene Ansicht über die Bedeutung der Einrichtungen, welche entweder die Trockenhaltung oder die rasche Trockenlegung beregneter Blattspreiten zur Folge haben. Die beschleunigte Abtrocknung der Blattoberfläche, welche nach verschiedenen Seiten von Wichtigkeit sein kann [2]), versetzt vor allem das Blatt in die Möglichkeit, auch unter sonst denkbar ungünstigen Bedingungen, das mit dem Vorgang der Kohlenstoffassimilation höher organisierter Landpflanzen so innig verbundene Geschäft der Transpiration fortzusetzen. Nachdem wir die in den Blattspreiten vieler Pflanzen vorkommenden Einrichtungen, die auf eine höhere Temperierung hinzielen, kennen gelernt haben, wird uns erst recht verständlich, warum sich die Pflanze des an der Blattfläche haftenden Wassers so sorgfältig zu entledigen sucht. Namentlich in der so häufig dem Sättigungspunkt nahen Tropenluft muss jeder Wärmeüberschuss des Blattinneren sorgfältig ausgenutzt werden, um das Ausströmen des Wasserdampfs zu begünstigen. Die Beseitigung des oberflächlich anhaftenden Wassers ist unter solchen Umständen um so mehr geboten, als seine Verdampfung an der Blattaussenfläche eine wenn auch geringe, doch die Verdunstungsgrösse vermindernde Abkühlung der Spreite zur Folge haben muss.

Wenn auch die Pflanze noch andere Mittel und Wege besitzt sich des aufgenommenen Wassers zu entledigen — Wasserspalten oder sonstige Auscheidungsorgane, wie sie namentlich

---

1) Nachträgliche Anmerkung: Es wäre wohl richtiger zu sagen »bei ausbleibender Bestrahlung der Blattoberseite", denn auch während der Nacht wird den Blattspreiten, und zwar von der Unterseite aus, Wärme zugestrahlt vom höher temperierten Boden.

2) vgl. auch Wiesner. Ueber den vorherrschend ombrophilen Charakter des Laubes der Tropengewächse. Sitzungsber. der K. K. Akad. d. Wissenschaften in Wien. März 1894.

Haberlandt [1]) in den verschiedenen von ihm entdeckten höchst merkwürdigen *Hydathoden* kennen gelehrt hat — so darf man doch nicht vergessen, dass derartige Organe meist nur in der Jugend des Blattes, während seiner Ausbildung wirksam sind und später, am ausgebildeten, kräftig assimilierenden und transpirierenden Blatte oft nicht oder doch nicht lange mehr funktionsfähig sind. Gerade während der Ausbildung des Blattes, wenn es in Folge seiner oft ungünstigen Lage, seiner geringen Oberfläche und der schwächeren Ausbildung der luftführenden Hohlräume noch wenig zu verdunsten vermag, tritt die Wirkung jener Einrichtungen in den Vordergrund, besonders bei Blättern, die zu ihrer Ausrüstung grösserer Mengen mineralischer Substanzen bedürfen z. B. zur Verkieselung oder Verkalkung von Zellhäuten bei Cystolithen, Klimmhaaren, Borsten- und Feilhaaren oder zur Ausbildung sonstiger aschenreicher Theile, wie die als Schutzmittel gegen Thierfraass wirksamen Rhaphiden u. s. w. Es wäre gewiss eine lohnende Untersuchung die Verbreitung und Combination der verschiedenartigen Mittel zur Beförderung des Wasserstromes, welcher nährstoffbeladen die Pflanzen durchzieht, an der Hand eines reicheren Beobachtungsmaterials vergleichend zu verfolgen. Zu der den Blättern der gewöhnlichen Landpflanzen eigenen, die Transpiration befördernden Structur kommen in wechselnder Combination die oben erörterten Hilfsmittel hinzu. Bald tritt nur das eine, und zwar besonders in Gestalt der Wasserspalten oder anderer Hydathoden, die Transpiration unterstützend, herbei; nicht selten aber finden fast alle bekannten Mittel und dazu eine oft genug studierte, aber bis jetzt in ihrer Bedeutung verkannte Einrichtung — die Nachtstellung der Blattspreiten — Verwendung. Indem ich, in Bezug auf die Begründung der zuletzt geäusserten Ansicht, auf eine spätere Arbeit verweise, gebe ich zum Schluss einen kurzen, die zunehmende Complication veranschaulichenden Überblick einiger Combinationen der verschiedenartigen Mittel zur Förderung der Wasserströ-

1) Ueber Wasser secernierende und absorbierende Organe I u. II. Sitzungsber. der K. K. Akad. der Wissenschaften in Wien. Juni 1894 und Februar 1895.

mung, wobei ich mir wohl bewusst bin, dass weitere Untersuchungen manche Ergänzung und Berichtigung notwendig machen werden.

1. Keine besonderen Hilfsmittel ausser der gewöhnlichen Blattstructur bekannt, höchstens manchmal Rötung der jugendlichen Blätter: *Lathyrus odoratus*, Arten von *Convolvulus*, *Ipomoea* [1]), Arten von *Euphorbia*, *Quercus*, *Fagus* und manche andere Bäume und Sträucher.

Zu der gewöhnlichen Blattstructur gesellen sich:

2. Wasser in tropfbarer Form ausscheidende Hydathoden: *Gramineen*, *Cyperaceen*, die Mehrzahl der einheimischen krautigen Dicotylen.

3. Schlafstellung der Blattspreiten, keine Hydathoden: die Mehrzahl der *Papilionaceen* und *Mimoseen*, viele *Chenopodiaceen*.

4. Schlafstellung der Blattspreiten, Hydathoden: *Oxalis acetosella*, *Tropaeolum majus*, *Colocasia antiquorum*, *Maranta arundinacea*.

5. Schlafstellung der Blattspreiten, Hydathoden, Erythrophyll: *Oxalis Ortgiesii*, *O. tetraphylla*, *Maranta Kerchoveana*.

6. Wie 5, dazu noch helle Flecken auf der Blattoberseite und als Strahlenfänge wirkende Kegelpapillen: *Calathea zebrina* und andere Marantaceen.

Bei den zuletzt angeführten Bewohnern der schattigen Tropenwälder erreicht also die Mannigfaltigkeit der Hilfsmittel die höchste Stufe und nur selten dürfte, selbst bei Tropenpflanzen, die Combination eine ebenso reichhaltige sein. Ich habe früher, bei der Schilderung der Standortsverhältnisse der buntblätterigen Gewächse, darauf hingewiesen, dass die Arten mit bunten oder sammetigen Blattspreiten gewöhnlich in Gesellschaft weit zahlreicherer, rein grüner Arten und oft nur, selbst an sehr feuchten Plätzen, ganz vereinzelt auftreten. Besucht man in den Morgenstunden, wo alles von Feuchtigkeit trieft, eine schattige Tropenwaldschlucht, so wird man, wie zu erwarten, alle rein grünen Blätter von krautiger Beschaffenheit reichlich mit

---

1) Nach den Untersuchungen des Herrn stud. Dürkop, dem ich diese wie einige andere hier mitgeteilte Angaben verdanke.

ausgeschiedenen, an bestimmten Stellen sitzenden Wassertropfen bedeckt finden. Es gilt dies besonders von den zahlreichen Farnen, *Urticaceen*, *Rubiaceen*, *Piperaceen*, *Gesneraceen* u. s. w. Bunten oder sammetblätterigen Formen, geht zwar die Fähigkeit Wasser in Tropfenform auszuscheiden nicht durchweg ab (z. B. *Tradescantia zebrina*, *Impatiens Mariannae*, *Marantaceen*, *Araceen*, wie z. B. *Philodendron verrucosum*, *Anthurium crystallinum*), doch scheint sie bei nicht wenigen Arten zu fehlen und zwar besonders bei solchen Formen, die die übrigen Mittel zur Beförderung der Wasserabgabe in ausgebildetstem Grade besitzen. Besonders lehrreich ist die, trotz der weitgehenden Übereinstimmung in vielen Merkmalen, in Bezug auf die Blattbeschaffenheit so mannigfaltige Gattung *Begonia*. Bei grünspreitigen Arten von krautiger Consistenz, wie etwa *Begonia scandens* findet in feuchter Atmosphäre reichliche Ausscheidung von Wasser in Tropfenform statt. Bei den ebenfalls rein grünen aber succulenten Spreiten von *Begonia manicata* fehlt sie. Hier gestattet offenbar das mächtig entwickelte Wassergewebe der mehrschichtigen Oberhaut beträchtlichere Schwankungen im Wassergehalt. Bei den krautigen, aber bunten, Blattrot und Luftspiegel führenden Arten, wie *Begonia imperialis var. maculata*, *Begonia rex*, *Begonia falcifolia*, alles Formen deren Structur uns weiter oben beschäftigt hat, konnte ich entweder keine oder nur geringe Spuren, vielleicht nur durch zufällige Risse, in flüssiger Form ausgeschiedenen Wassers auf den Spreiten bemerken; sie gehören alle zu den Pflanzen mit hochentwickelten Einrichtungen zur Beförderung der Abgabe von Wasserdampf, welche unter Umständen wenigstens, selbst bei exquisiten Schattenpflanzen, die Tropfenausscheidung entbehrlich machen. Man könnte geneigt sein aus solchen Vorkommnissen den Schluss zu ziehen, dass die Einrichtungen zur Hebung der Transpiration bei mangelnder Wärmezustrahlung blos die Aufgabe haben die Infiltration der Intercellularräume zu verhindern. Dieser Schluss ist aber keineswegs zulässig, denn erstens sieht man bei den erwähnten Begonien, auch bei möglichst erschwerten äusseren Transpirationsbedingungen, die Lufträume sich nicht

mit Wasser füllen und zweitens giebt es ja, wie wir weiter oben gesehen haben, Pflanzen mit silberfleckigen Blättern, welche tropfbar flüssiges Wasser auszuscheiden vermögen, bei denen also die Gefahr der Infiltration ausgeschlossen ist. Die Bedeutung der Einrichtungen, die wie die Silberfleckigkeit und die Schlafstellung der Blattspreiten auch während der Nacht die Transpiration befördern, liegt meines Erachtens vielmehr darin, dass den assimilierenden Teilen auch während der Nacht die bei den Stoffwanderungen und Stoffumsetzungen notwendigen Nährsalze nicht vorenthalten bleiben.

FIGURENERKLÄRUNG.

Taf. XVI.

Fig. 1. Junges, eben entfaltetes Foliolum eines gefiederten Blattes von *Brownea grandiceps*. vgl. S. 188 des Textes.

Fig. 2. Blatt von *Ficaria ranunculoides* mit hellen und dunkelen Flecken, siehe Text S. 174 u. 182.

Fig. 3. *Begonia imperialis var. maculata.* Die Spreite ist differenziert in graugrüne und dunkel braungrüne Bezirke. Die graugrünen Stellen, welche die stärkeren Blattrippen begleiten, verdanken ihre vom reinen Grün der *var. smaragdina* abweichende Färbung den zwischen Oberhaut und Assimilationsgewebe eingeschobenen Intercellularräumen; in den dunkelen, mehr oder weniger weit vom Rand nach der Blattmitte eindringenden Makeln sind dagegen die Intercellularräume weit schwächer entwickelt. Das Blattrot, welches, wie die Betrachtung der Blattunterseite zeigt, nur um die stärkeren Rippen, und zwar in einem dünnen Saum, fehlt, verleiht den dunkelen Stellen die braune Färbung, während es an den helleren Stellen mit den stärker entwickelten Intercellularräumen nur schwach hindurchschimmert.

Fig. 4. *Begonia imperialis* var. *smaragdina*. Spreite rein grün.

Fig. 5. *Impatiens Mariannae.* Die hellen Partieen liegen zwischen den grün umsäumten Blattrippen.

Fig. 6. *Eranthemum leuconeuron.* Die hellgrauen Stellen begleiten, rein grüne Bezirke umschliessend, die stärkeren Blattnerven.

Fig. 7. Blatt von *Sonerila Hendersoni.* *a*. Oberseite des Blattes mit weissen Flecken auf grünem Grunde; *b*. Dasselbe Blatt von der Unterseite gesehen. Das Blattrot fehlt unter den weissen Flecken, die desshalb rein grün erscheinen. (siehe Text S. 192).

Taf. XVII.

Fig. 1. Querschnitt durch das Sammetblatt von *Eranthemum Cooperi*. Die Epidermiszellen der Blattoberseite sind zu Kegelförmigen Strahlenfängen ausgestaltet. Eine der Papillen ist durch eine Querwand geteilt; die äussere steil kegelförmige Zelle ist zu einem stechenden Wehrorgan ausgebildet. Die Epidermizellen der Unterseite, die Schliesszellen ausgeschlossen, führen reichlich Blattrot.

Fig. 2. Schematische Darstellung des Strahlengangs in den Kegelförmigen Oberhautzellen der Sammetblätter. (vergl. Text S. 204).

Fig. 3. Querschnitt durch das Sammetblatt von *Piper porphyraceum*. Ober- und unterseits eine Lage Wassergewebe unter der Oberhaut. Das Erythrophyll ist hier in zwei Zelllagen unter dem Assimilationsparenchym enthalten.

Fig. 4. Querschnitte durch ein Blatt der silberfleckigen *Begonia falcifolia*. (siehe Text S. 205). *a*. Querschnitt durch einen braungrünen, sammetig glänzenden Teil der Blattspreite. Die Aussenwand der Epidermiszellen der Blattoberseite ist zum kegelförmigen Strahlenfang ausgestaltet. Darunter eine Schicht lückenlos mit der Oberhaut verbundener Trichterzellen. Die untere Epidermis und die daran grenzende Schicht von Schwammparenchymzellen führen Blattrot.. *b*. Querschnitt durch einen Silberfleck. Aussenwand der Oberhautzellen flach; grosse, als Isolatoren wirkende Lufträume zwischen Epidermis der Oberseite und daran grenzendem Assimilationsparenchym. Das Blattrot fehlt.

Fig. 5. Querschnitt durch einen hellen Flecken eines Blattes von *Ranunculus ficaria*. Die an die Oberhaut grenzenden Parenchymzellen (*a*) führen winzige, lichtgrüne Chlorophyllkörner. Grosse als Isolatoren wirkende Luftschichten zwischen ihnen und den, normale Chlorophyllkörner führenden Zellen (*b*) der nächstinneren Schicht des Blattparenchyms. vgl. S. 192 des Textes.

Fig. 6. *Begonia imperialis var. smaragdina*. Kegelpapillen der Blattspreite, bei schwacher Vergrösserung und auffallendem Lichte, von oben gesehen. vgl. S. 206 des Textes.

INHALTSÜBERSICHT.

Einleitung S. 137.

I. Schreck- oder Warnfarbe. S. 139.

Versuche mit Schnecken S. 140, mit Kaninchen S. 142, mit Schafen S. 142, mit Ziegen S. 144.

Schlangenähnliche Araceenblattstiele S. 145.

II. Physiologische Deutung der bunten, nicht rein grünen Vegetationsorgane. S. 148.

1 *Physikalische Eigenschaften der bunten Vegetationsorgane.* S. 148.

Engelmann's Untersuchungen über die Lichtabsorption im Battrot. S. 149.

Kny's Experimente S. 150. Angaben von *Keeble* S. 152.

Thermoelectrische Versuche S. 153.

Schmelzversuche mit Cacaobutter S. 157.

2 *Das Blattrot als Lichtschirm oder als wärmeabsorbierendes Medium?* S. 159.

Pick's Ansicht über die Bedeutung des Blattrot für die Stärkewanderung S. 159.

Kerner's Versuche in seinem alpinen Versuchsgarten S. 160. Herbstliche Rotfärbung S. 163.

Rotfärbung anemophiler Blüthen S. 165.

Wärmeabsorption steigernde Einrichtungen bei Kryptogamen S. 167.

3 *Buntheit der Blätter im Dienst der Transpiration* S. 169.

Vorkommen der buntblätterigen und sammetblätterigen Pflanzen S. 170.

Rote und rotgefleckte Blattspreiten S. 176. *Wiesner's* Untersuchungen über den Einfluss des Lichtes und der strahlenden Wärme auf die Transpiration S. 176.

Versuche mit Maranta S. 179.

Localisation des Erythrophylls S. 179. Die Schliesszellen sind davon frei S. 181. *Ranunculus ficaria* S. 182, *Phyteuma spicatum* S. 183, Blattstiel von *Amorphophallus* S. 184, *Sempervivum*, *Epiphyten*. S. 185.

Jugendrote Pflanzenteile S. 186. Rotfärbung in den Tropen S. 186. *Brownea grandiceps* S. 188. Hellfleckige Blätter S. 189. *Kerner's* Ansicht S. 191. Mangelhafte Ausbildung des Chlorophyllapparats S. 192. Funktion der hellen Blattbezirke S. 195.

III. Strahlenfang bei den Sammetblättern S. 199.

Noll's Arbeit über *Schistostega osmundacea* S. 200. Leuchtende Lebermoose S. 201.

Kegelförmige Gestalt der Oberhautzellen S. 202. Strahlengang in denselben S. 203.

Begonia falcifolia S. 205.

Begonia imperialis S. 206. Ansicht *Haberlandt's* S. 207.

Schlussbemerkungen S. 209. Combination verschiedener Einrichtungen zur Beförderung des die Pflanze durchziehenden Wasserstromes. S. 212.

PHYSIOLOGISCHES AUS DEN TROPEN

VON

GREGOR KRAUS.

III.

Über Blüthenwärme bei Cycadeen, Palmen und Araceen.

Hiezu Taf. XVIII—XX.

1. *Die Erwärmung der männlichen Kolben bei Ceratozamia und Macrozamia.*

Vor beinahe einem halben Jahrhundert, in den Jahren 1849 und 50, hat der unermüdliche Teysman im Buitenzorger Garten Beobachtungen über Wärmebildung in den männlichen Zapfen von Cycas circinalis gemacht. Sie sind an zwei Stellen veröffentlicht worden. Unter dem 29 Dezember 1849 theilte W. H. de Vriese im „Nederl. Kruidkundig Archief" II. D. (erschienen 1851) p. 183—184 unter dem Titel: „Over eene verhoogde temperatuur, bij den mannelijken bloei van Cycas circinalis, waargenomen in 's lands plantentuin te Buitenzorg door I. E. Teysman", die im Juli 1849 von Teysman angestellten Beobachtungen mit und knüpfte daran mancherlei Betrachtungen. Eine zweite ausführlichere Reihe von Daten, aus den Monaten Juli und August 1850, steht in der „Nat. Tijdschrift Nederl. Indië" I. 1850 p. 109—114: „Eenige Aanteekeningen omtrent de Cycas circinalis L."

Diese Beobachtungen sind insofern werthvoll, als zum ersten

Male bei einer andern Familie, als der, bei welcher die merkwürdige Erscheinung entdeckt worden war, unzweifelhaft erhöhte Blüthentemperatur nachgewiesen wurde. Teysman hatte fast ein Dutzend männlicher Zapfen zur Verfügung und bei diesen Thermometer angelegt oder eingesteckt und deren Stand mit der Lufttemperatur verglichen.

Es stellte sich zunächst die interessante Thatsache heraus, dass die erhöhte Temperatur wochenlang (z. B. 10—27 August) anhält. Da die Beobachtungen aber nur an wenigen Stunden des Tages geschahen, höchstens 5 mal, (in einer grössern Anzahl von Fällen um 9—12—3—6—9 Uhr) so sind Teysmans Mittheilungen im Übrigen nur beschränkt brauchbar. Es lässt sich noch herauslesen:

1. Dass die Temperatur im Grossen von Morgens bis Abends steigt, Nachts dagegen wieder fällt; doch ist selbst um Mitternacht immerhin noch Temperaturerhöhung (z. B. 9 Aug. 7 und 8° C.) vorhanden;

2. Dass das Maximum des Temp.-Überschusses über 10° (Fahrenh.), einmal 12, ein andermal 13° erreichte. Im Jahre 1849 (Juli) trat dieses Abends 10 Uhr, im Jahre 1850 (August) fast regelmässig um 3 oder 6 Uhr Nachmittags ein.

Um ein genaueres Bild von dem, was Teysman geleistet, zu geben, will ich dem Leser noch ein Paar der ausführlichsten Tage aus dessen Tabelle vorführen:

Tag	Zeit	Lufttemp.	Kolben 4	K. 5	K. 6
21 Aug.	6ª	20	22,0	22,0	23,0
	12ᵐ	29,5	28,0	27,0	28,0
	3ᵖ	29,0	30,0	30,0	30,0
	6ᵖ	23,0	27,0	27,0	30,0
	9ᵖ	22,0	25,0	25,0	28,0
22 Aug.	6ª	20,5	22,0	22,0	23,0
	12ᵐ	28,5	28,0	28,0	28,0
	3ᵖ	28,5	29,0	30,0	30,0
	6ᵖ	26,5	28,0	28,0	31,0
	9ᵖ	22,0	25,0	25,0	26,0

Ausser dem ist mir über Cycadeenwärme nur noch eine kurze Notiz von Jules Poisson, die im Bull. Soc. Bot. de France T. XXV. 1878 p. 253—54 steht, bekannt: „Du dégagement de chaleur qui accompagne l'épanouissement des inflorescences de Dioon edule".

Wie der Verfasser selbst sagt, ist es nur eine „observation toute fortuite". Im September genannten Jahres war ein männlicher Kolben von Dioon ins Museum gekommen, der sich, im Stäuben begriffen, durch einen überaus durchdringlichen, ekelhaften Geruch auffällig gemacht und, in ein Glas gesteckt, andern Tags das Glas beschlagen u. erwärmt hatte, dabei warm anfühlte, angeblich wärmer auf der Licht- als auf der Schattenseite. Abends 5 Uhr zeigte er bei 19,5° Luft-temperatur 29°, also nahezu 10° Überschuss; folgenden Tags 1 Uhr nur 3° Überwärme.

Nachdem der Verfasser hinzugefügt, dass er auch in Kew eine blühende Cycadee warm gefunden und Houllet ihm gesagt, dass die männlichen Cycadeenblüthen diese Eigenschaft allgemein besässen, fügt er den allgemeinen Satz hinzu:

„Le dégagement de chaleur est favorisé par la lumière; et il par conséquent plus marqué du côté éclairé que du côté qui est dans l'ombre". Wogegen ich bemerken möchte, dass mir so Etwas, nach allem, was wir von Araceen und Cycadeen wissen, überaus unwahrscheinlich ist, da sich die Erwärmung und ihre Periodicität im höchsten Grade unabhängig von äusseren Factoren darstellt.

Augenscheinlich hat man nach dem, was die beiden Autoren hier ermittelt haben, sehr interessante Verhältnisse vor sich; doch ist mit dem wenigen, was festgestellt wurde, kaum etwas anzufangen. Sollte über diese Wärmeverhältnisse ein Gedanke gefasst werden, was das seltsame Phaenomen zu bedeuten habe, so mussten genaue Untersuchungen unternommen werden, die sich mit den Ermittelungen bei den Araceen vergleichen lassen.

Für mich lag es nahe, das reiche Material das sich an Kolben von Ceratozamia longifolia, wie von Macrozamia Mackenzi bot, zu Beobachtungen zu verwerthen, und diese mit jenen in mei-

ner Arum-Arbeit (Über die Blüthenwärme bei Arum italicum I, 1882 und II, 1884) zu vergleichen. —

Genaue Untersuchungen über Blüthenwärme können auch in Tropen nicht im Freien vorgenommen werden, am allerwenigsten in West-Java, wo täglich in den Nachmittagsstunden gewaltige Regenmassen niedergehen und jede genaue Beobachtung stören bezw. unmöglich machen würden. Die Kolben halten sich, besonders in Wasser stehend, aber auch mit Paraffinschluss der Schnittfläche tagelang im Laboratorium völlig frisch und normal. Die angewandten Thermometer, von Fuess in Berlin nochmals rectificirt, sind dieselben in $^1/_{10}°$ getheilte feinen Normalthermometer mit cylindrischem Quecksilbergefäss, die ich seiner Zeit in Rom bei dem Arum italicum anwandte. Sie staken immer zwischen den Zapfenschuppen fest und blieben während der ganzen Beobachtungszeit unverrückt stecken; das Lufthermometer hing unmittelbar daneben und zeigte sich, wie aus den Tabellen zu sehen von grösster Constanz, bezw. Regelmässikeit des Ganges.

a. *Ergebnisse der Beobachtungen bei Ceratozamia longifolia.*

1. Der männliche Kolben von Ceratozamia hat zur Zeit des Blühens eine *tägliche Wärmeperiode*. Diese Periode *wiederholt sich verschiedene Tage* hinter einander. Ich habe 5 tägige Wiederholungen gesehen (IV und V); es ist kein Grund vorhanden gegen die Annahme, dass dieselben bei unsern oder anderen Pflanzen noch länger vorkommen.

2. Während dieser Wärmeperiode ist allerdings in der Nacht die Kolbentemperatur nahe der Lufttemperatur. Man vergleiche die Abend- und Morgentemperaturen, welche nur ganz geringe Erhöhungen zeigen, die vielleicht auch die Nacht anhalten.

Mit den ersten Morgenstunden beginnt die Erwärmung zu steigen, und erreicht unter fast stetigem Wachsen im Laufe des halben Nachmittags ein Maximum, um dann rasch gegen den Abend zu sinken. Die höchste erreichte Temperatur war 38,5° (IV), der grösste Ueberschuss 11,7° (I, 13 Januar). Neben

diesem *grossen Maximum* tritt in verschiedenen Beobachtungen am Vormittag eine kleine Hebung, *kleines Maximum*, hervor. Sehr schön z. B. bei I, 12 Jan. 10^{30} und 10^{40}; am 13 Jan. 11^{15} und 10^{45} bei II, 15 Jan. 11^{12}. Wenn dasselbe bei andern Beobachtungen nicht hervortritt, so mag das seinen Grund darin haben, dass die Messungen dort nicht zahlreich genug waren.

3. Eine sehr merkwürdige Thatsache ist, dass die *Zeit für den Eintritt des Maximums* nicht gleich bleibt, nicht etwa wechselt, sondern eine gewisse regelmässige *Weiterschiebung* zeigt.

Ich gebe zunächst hier eine tabellarische Übersicht über die Eintrittszeit des Maximums an aufeinander folgenden Tagen:

Lage und Verschiebung der täglichen Maxima bei Ceratozamia.

	12 Jan.	13 Jan.	14 Jan.	Verschiebung im
I.	4^{40}p	4^{50}p (10 Min.)	5^{27}p (37 Min.)	Ganzen 47 Min.

	14 Jan.	15 Jan.	16 Jan.	
II. oben	4^{55}p	5^{14}p (19 M.)	6^{5}p (51 M.)	1 Stunde 10 Min.
unten	5^{7}p	5^{23}p (16 M.)	6^{10}p (47 M.)	1 Stunde 3 Min.

	17 Jan.	18 Jan.	
III. oben	4^{42}p	4^{45}	Verschiebung
			gering.
A. Mitte	4^{42}p	4^{45}	
unten	4^{42}p	4^{52}	
III. oben	4^{16}p	5^{15}p	59 Min.
B. Mitte	4^{35}p	5^{5}p	30 Min.
unten	4^{35}p	5^{17}p	42 Min.

	27 Jan.	28 Jan.	29 Jan.	30 Jan.	Verschiebung
IV. K_1	4^{21}p	4^{40}p	5^{22}p	—	eine Stunde.
K_2	4^{21}p	4^{30}p	5^{3}p	—	$\frac{3}{4}$ Stunde.
K_3	4^{31}p	4^{35}p	5^{6}p	5^{7}p	„

		30 Jan.	31 Jan.	1 Febr.	2 Febr.	Verschiebung
V.	K_1	4^{32}p	4^{22}p	4^{47}p	5^{20}p	über $\frac{3}{4}$ Stunde.
	K_2 (jung)	5^{6}p	4^{27}p	4^{35}p	5^{5}p	„
	K_3	4^{34}p	4^{38}p	5^{10}p	—	36 Min.

		2 Febr.	3 Febr.	4 Febr.	5 Febr.	
VI.	K_1	5^{45}p	4^{35}p			
	K_2	5^{17}p	4^{28}p	4^{40}p	5^{10}p	Erst umgekehrte Verschiebung, dann Rückkehr.
	K_3	5p	4^{33}p	4^{43}p	5^{18}p	
	K_4	5^{20}p	5^{55}p	4^{40}p		

Aus derselben geht hervor:

1) Dass bei den unter I, II, III, IV, sowie bei K_1 und K_3 von V verzeichneten Kolben das Maximum jeden folgenden Tag später fällt. Die Verschiebung ist übrigens nicht gleich stark; sie wechselt zwischen Minuten und einer Stunde und mehr. Das Nähere in der Tabelle.
2) Die im Allgemeinen älteren Zapfen von VI zeigen das entgegengesetzte Verhalten, zwei Tage lang, um am dritten Tage auf die Lage vom ersten zurückzuschlagen.

4. In den einzelnen Theilen eines Kolbens (oben, Mitte, unten) wird das Maximum nicht gleichzeitig, wenn auch wenig verschieden, erreicht. Bei II erreicht es die Spitze, bei III die Mitte am ehesten.

BEOBACHTUNGSTABELLEN.

I. Beobachtung vom 11—16 Januar 1894.

Am 11 Januar Nachmittags nach 4 Uhr wurden 2 Kolben dem Freien entnommen; sie waren, obwohl es am Vormittag geregnet hatte, völlig trocken fühlten sich warm an, und stäubten.

Der grössere (gr.) war 18 cm. lang, und stand bei der Beob-

achtung im Wasser, das Thermometer war 5 cm. von der Basis zwischen die Schuppen geschoben.

Der kleinere (kl.), 12 cm. lang, lag trocken auf dem Tisch, Thermometer in der Mitte desselben eingesteckt.

Am Tage der Entnahme wurden noch folgende Temperaturen festgestellt:

Zeit	4^{45}	5^{15}	5^{30}	5^{45}	6p
gr.	36,1	33,0	30,9	29,7	28,2
kl.	—	35,0	34,1	32,8	30,5

	Zeit	Lufttemp.	gr.	Diff.	kl.	Diff.
12 Jan.	7^{a}	22,6	22,9	0,3	23,0	0,4
	7^{45}	„	23,3	0,7	23,5	0,9
	8^{a}	22,7	23,4	0,7	23,6	0,9
	9^{15}	23,3	24,0	0,7	24,3	1,0
	9^{45}	23,5	24,7	1,2	24,3	0,8
	10^{a}	24,0	24,7	0,7	25,1	1,1
	10^{30}	24,0	25,1	1,1	25,4	1,4
	10^{40}	24,2	25,4	1,2	25,5	1,3
	10^{55}	24,5	25,5	1,0	25,7	1,2
	11^{5}	„	25,6	1,1	25,9	1,4
	11^{15}	„	25,6	1,1	25,9	1,4
	11^{40}	24,8	25,6	0,8	26,0	1,2
	12^{30}	„	25,3	0,5	25,7	0,9
	3^{30}	24,9	26,6	1,5	25,2	0,3
	4^{20}	24,8	35,4	10,6	26,4	1,6
	4^{30}	„	36,0	11,2	26,5	1,7
	4^{35}	„	36,4	11,6	26,7	1,9
	4^{40}	„	36,5	11,7	27,0	2,2
	4^{50}	„	36,1	11,3	27,3	2,5
	4^{55}	„	35,0	10,2	27,8	3,0
	5p	„	34,4	9,6	28,1	3,3
	5^{5}	„	33,3	8,5	28,6	3,8
	5^{10}	„	32,4	7,6	29,2	4,4

	Zeit	Lufttemp.	gr.	Diff.	kl.	Diff.
12 Jan.	5^{25}	24,6	31,1	6,5	31,2	6,6
	5^{30}	„	30,6	6,0	31,2	6,6
	5^{40}	„	30,0	5,4	32,0	7,4
	5^{50}	„	29,3	4,7	32,05	7,45
	6^{p}	„	28,7	4,1	31,9	7,3
	6^{10}	24,3	28,4	4,1	31,8	7,5
	6^{15}	24,3	28,4	4,1	31,6	7,3
13 Jan.	7^{a}	23,0	23,7	0,7	23,9	0,9
	7^{45}	23,2	24,0	0,8	24,1	0,9
	8^{a}	23,4	24,2	0,8	24,3	0,9
	9^{15}	23,9	24,8	0,9	24,7	0,8
	10^{15}	24,3	25,3	1,0	25,2	0,9
	10^{45}	„	25,3	1,0	25,6	1,3
	11^{15}	24,4	25,7	1,3	25,7	1,3
	12^{m}	24,8	25,7	0,9	26,0	1,2
	12^{30}	24,9	25,6	0,7	26,0	1,1
	12^{40}	„	25,6	0,7	26,0	1,1
	1^{40}	„	25,3	0,3	25,7	0,8
	4^{p}	24,6	28,1	3,5	25,5	0,9
	4^{30}	„	33,5	8,9	„	
	4^{35}	„	34,4	9,8	„	
	4^{38}	„	35,0	10,4	„	
	4^{40}	„	35,25	10,65	„	
	4^{42}	„	35,55	10,95	„	
	4^{44}	„	35,8	11,2	„	
	4^{46}	„	36,05	11,45		
	4^{48}	„	36,2	11,6		
	4^{50}	„	36,3	11,7		
	4^{52}	„	36,3	11,7		
	4^{54}	„	36,25	11,65		
	4^{56}	„	36,2	11,6		
	4^{58}	„	36,05	11,45		
	5^{p}	„	35,9	11,3	25,7	

	Zeit	Lufttemp.	gr.	Diff.
13 Jan.	5^{2}	24,6	35,6	11,0
	5^{4}	„	35,4	10,8
	5^{6}	„	35,2	10,6
	5^{8}	„	34,95	10,35
	5^{10}	„	34,65	10,05
	5^{12}	„	34,4	9,8
	5^{14}	„	34,15	9,55
	5^{16}	„	33,9	9,3
	5^{18}	„	33,6	9,0
	5^{20}	24,5	33,25	8,65
	5^{22}	„	32,9	8,4
	5^{24}	„	32,75	8,25
	5^{26}	„	32,45	7,95
	5^{28}	„	32,3	7,8
	5^{30}	„	32,1	7,6
	5^{32}	„	31,9	7,4
	5^{34}	„	31,75	7,25
	5^{38}	„	31,35	6,85
	5^{45}	„	30,6	6,1
	5^{48}	„	30,6	6,1
	6^{p}	24,4	30,0	5,5
14 Jan.	6^{45a}	23,3	23,8	0,5
	7^{30}	23,8	23,6	—
	9^{10}	22,8	23,6	0,8
	9^{45}	23,0	24,0	1,0
	10^{40}	23,7	24,7	1,0
	11^{a}	23,9	25,0	1,1
	11^{10}	24,2	25,2	1,0
	11^{20}	„	25,2	1,0
	4^{p}	24,5	26,0	1,5
	4^{20}	„	27,9	3,4
	4^{30}	25,2	28,3	3,1
	4^{35}	„	29,1	3,9

	Zeit	Lufttemp.	gr.	Diff.
14 Jan.	4^{40}	25,2	29,6	4,4
	4^{45}	„	30,3	5,1
	4^{50}	„	31,3	6,1
	4^{55}	25,1	31,8	6,7
	5^{p}	„	32,7	7,6
	5^{7}	25,0	33,4	8,4
	5^{12}	„	33,7	8,7
	5^{20}	„	34,1	**9,1**
	5^{25}	„	33,9	8,9
	5^{30}	„	33,5	8,5
	5^{40}	„	33,2	8,2
	5^{50}	„	31,9	6,9
	6^{p}	„	30,5	5,5
15 Jan.	6^{a}	22,2	23,2	1,0
	7^{a}	23,0	23,6	0,6
	9^{a}	23,9	24,6	0,5
	4^{p}	24,5	25,9	1,4
	5^{p}	„	29,2	4,7
	5^{30}	„	30,1	5,6
	5^{37}	„	30,4	5,9
	5^{40}	„	30,5	6,0
	5^{50}	„	30,6	6,1
	6^{p}	„	30,5	6,0

Von 6 Uhr ab geht die Temperatur des Kolbens rasch rückwärts. Am 16 Januar erreicht die Erwärmung Abends 6 Uhr mit 27,0° ihr Maximum.

II. Beobachtung vom 13—17 Januar.

Der Blüthenkolben ist 19 cm. lang; in demselben werden 2 Thermometer angebracht, eines bei 8, das andere bei 16 cm. Abstand von der Spitze. Eine halbe Stunde vor dem Versuch dem Freien entnommen.

	Zeit	Lufttemp.	8 cm.	Diff.	16 cm.	Diff.
14 Jan.	4^{30}	25,2	28,6	3,4	29,9	4,7
	4^{35}	„	30,4	5,2	29,7	4,5
	4^{45}	„	31,9	6,7	31,1	5,9
	4^{50}	„	33,7	8,5	32,7	7,5
	4^{55}	25,1	33,9	**8,8**	33,3	8,2
	5p	„	33,9	**8,8**	33,8	8,7
	5^{7}	25,0	33,7	8,7	34,0	**9,0**
	5^{12}	„	33,5	8,5	33,9	8,9
	5^{20}	„	33,1	8,1	33,6	8,6
	5^{25}	„	32,5	7,5	33,1	8,1
	5^{32}	„	32,1	7,1	32,9	7,9
	5^{50}	„	30,8	5,8	31,8	6,8
15 Jan.	6^{a}	22,2	23,2	1,0	23,5	1,3
	6^{15}	22,4	23,3	0,9	23,5	1,1
	7^{a}	23,0	23,6	0,6	23,9	0,9
	9^{10}	23,9	24,8	0,9	25,0	1,1
	9^{40}	24,1	25,0	0,9	25,3	1,2
	10^{a}	24,1	25,1	1,0	25,4	1,3
	10^{40}	24,2	25,2	1,0	25,6	1,4
	11^{a}	„	25,4	1,2	25,7	1,5
	11^{12}	„	25,5	1,3	25,8	1,6
	11^{25}	„	25,5	1,3	25,8	1,6
	12^{15}	„	25,3	1,3	25.7	1,5
	12^{50}	24,7	25,3	0,6	25,7	1,5
	1^{50}	24,6	25,4	0,8	25,7	1.5
	4^{10}	24,5	27,6	3,1	27,5	3,0
	4^{45}	„	33,8	9,3	32,0	7,5
	5p	„	34,2	9,7	32,2	7,7
	5^{4}	„	34,3	9,8	32,5	8,0
	5^{8}	„	34,3	9,8	32,8	8,3
	5^{14}	„	34,4	**9,9**	33,1	8,6
	5^{17}	„	34,3	9,8	33,2	8,7
	5^{20}	„	34,2	9,7	33,25	8,75
	5^{23}	„	33,9	9,4	33,3	**8,8**

	Zeit	Lufttemp.	8 cm.	Diff.	16 cm.	Diff.
	5^{27}	24,3	33,5	9,0	33,2	8,7
15 Jan.	5^{29}	24,3	33,4	8,9	33,1	8,6
	5^{36}	„	32,7	8,2	32,8	8,3
	5^{45}	24,2	32,0	7,5	32,5	8,0
	6^{p}	„	31,1	6,6	31,9	7,4
16 Jan.	6^{45}	22,2	22,9	0,7	23,1	0,9
	7^{a}	22,3	22,9	0,6	23,1	0,8
	7^{30}	22,7	23,2	0,5	23,4	0,7
	8^{a}	23,2	23,6	0,4	23,7	0,5
	9^{15}	24,2	24,7	0,5	24,8	0,6
	9^{45}	24,5	25,1	0,6	25,2	0,7
	10^{5}	25,0	25,4	0,4	25,5	0,5
	10^{20}	„	25,7	0,7	25,8	0,8
	11^{a}	25,4	26,2	0,6	26,3	0,9
	11^{45}	25,7	26,3	0,6	26,3	0,6
	12^{10}	25,8	26,3	0,5	26,3	0,5
	4^{10}	25,3	26,3	1,0	26,3	1,0
	4^{45}	„	27,1	1,8	26,3	1,0
	5^{p}	25,2	27,3	2,1	27,1	1,9
	5^{10}	„	27,6	2,4	27,2	2,0
	5^{20}	„	28,0	2,8	27,5	2,3
	5^{28}	„	28,4	3,2	27,8	2,6
	5^{40}	„	28,6	3,4	28,0	2,8
	5^{42}	„	28,9	3,7	28,1	2,9
	5^{55}	„	29,0	3,8	28,3	3,1
	6^{5}	„	29,1	**3,9**	28,3	3,1
	6^{7}	„	29,0	3,8	28,4	**3,2**
	6^{10}	„	28,95	3,75	28,4	**3,2**
	6^{15}	„	28,9	3,7	28,3	3,1
	6^{20}	„	28,8	3,6	28,2	3,0
17 Jan.	7^{a}	22,7	23,3	0,6	23,5	0,8

III. Beobachtung vom 17—19 Januar.

Am 17 Januar früh 7 Uhr wurden 2 männliche Blüthenstände aus dem Freien geholt. Der grössere ist 20 cm. lang (ohne den Stiel) und es werden 3 Thermometer in ihn eingesenkt, bei 5 cm., 10 cm. und 17 cm. Abstand von der Spitze. Derselbe stäubt der Art, dass fortwährend Pollenmassen aus demselben heraus rollen. — Der kleinere, von nicht ganz 15 cm. Länge, hat noch geschlossene Schuppen, nur die untersten lockern sich bereits. Auch in diesen werden 3 Thermometer, in einem Abstand von 3,5 cm., 8 cm. und 13,5 cm. (letzterer bei den offenen Schuppen) von der Spitze eingesteckt. — Beide stehen mit den mehrere Ctm. langen Stielen in Wasser.

A. *Der grössere Zapfen.*

	Zeit	Lufttemp.	5 cm.	10 cm.	17 cm.
17 Jan.	7,45	23,8	23,9	24,1	24,7
	8a	23,6	24,0	24,2	24,6
	9^{10}	24,3	24,4	24,6	24,7
	9^{40}	24,6	24,9	24,9	24,95
	10^{30}	24,6	25,1	25,2	25,3
	11^{30}	25,5	25,7	25,7	25,8
	12^{15}	25,6	25,2	25,4	25,5
	3^{52}	24,3	28,9	29,2	28,9
	3^{55}	24,3	29,4	29,8	29,0
	4p	24,4	30,2	30,7	29,8
	4^{4}	24,3	31,0	31,6	30,5
	4^{6}	„	31,4	32,2	31,0
	4^{8}	„	31,9	32,8	31,4
	4^{10}	„	32,3	33,3	31,8
	4^{13}	„	33,0	34,0	32,4
	4^{16}	„	33,7	34,9	33,4
	4^{19}	„	34,3	35,5	33,9
	4^{21}	„	34,7	35,9	34,4

	Zeit	Lufttemp.	5 cm.	10 cm.	17 cm.
17 Jan.	4^{23}	„	35,1	36,2	34,7
	4^{26}	24,2	35,6	36,6	35,3
	4^{30}	„	36,0	36,7	35,8
	4^{33}	„	36,05	36,8	36,1
	4^{35}	„	36,25	**36,9**	36,3
	4^{42}	„	**36,3**	36,6	**36,7**
	4^{45}	„	36,2	36,4	36,7
	4^{46}	„	36,1	36,2	36,6
	4^{50}	„	35,8	35,8	36,5
	5^{p}	„	34,9	34,4	35,7
	5^{5}	„	34,4	33,6	35,1
	5^{15}	„	33,2	32,0	33,7
	5^{25}	„	32,2	31,0	32,7
	5^{45}	„	30,4	29,4	31,0
18 Jan.	6^{a}	21,8	22,6	22,7	22,7
	7^{a}	22,0	22,7	22,7	22,8
	7^{30}	22,5	23,2	23,2	23,2
	8^{a}	22,8	23,4	23,4	23,5
	9^{30}	24,2	23,3	24,4	24,8
	11^{a}	25,1	25,6	25,6	25,6
	12^{30}	25,6	25,3	25,4	25,3
	3^{15}	25,8	25,8	25,9	25,9
	4^{p}	25,8	29,0	29,3	28,3
	4^{15}	26,0	30,7	32,4	30,4
	4^{22}	26,0	33,3	34,1	31,9
	4^{30}	25,8	34,5	35,2	33,2
	4^{35}	25,9	35,2	35,8	34,0
	4^{40}	„	35,6	36,2	34,6
	4^{45}	„	**35,9**	**36,4**	35,2
	4^{48}	„	35,9	36,2	35,4
	4^{52}	„	35,8	36,0	**35,5**
	4^{55}	„	35,5	35,8	35,5
	4^{58}	25,8	35,4	35,5	35,4

	Zeit	Lufttemp.	5 cm.	10 cm.	17 cm.
18 Jan.	5^{1}	25,8	34,9	35,1	35,3
	5^{5}	„	„	34,0	35,3
	5^{8}	„	„	—	—
	5^{10}	„	34,4	—	34,6
	5^{27}	25,6	32,2	31,9	32,9
	5^{37}	25,4	31,5	30,9	32,0
19 Jan.	6^{a}	21,9	22,9	22,9	22,9
	7^{a}	22,0	23,2	23,3	23,4

B. *Der kleinere Zapfen.*

		3,5 cm.	8 cm.	13,5 cm.
17 Jan.	7^{45}	23,8	24,0	24,1	24,2
	8^{a}	23,6	23,9	24,1	24,0
	9^{10}	24,3	24,2	24,4	24,2
	9^{40}	24,6	24,6	24,7	24,5
	10^{30}	24,6	24,8	24,9	25,3
	12^{15}	25,6	25,2	25,4	24,8
	3^{52}	24,3	24,8	24,9	24,8
	4^{p}	24,4	24,9	25,0	24,8
	4^{16}	24,3	**25,0**	25,1	24,8
	4^{35}	24,2	25,0	**2,52**	**24,9**
	5^{45}	„	24,9	25,2	24,8
18 Jan.	6^{a}	21,8	22,7	22,8	22,6
	7_{a}	22,0	22,7	22,8	22,6
	7^{30}	22,5	23,1	23,2	22,9
	8_{a}	22,8	23,4	23,4	23,1
	9^{30}	24,2	24,4	24,4	24,4
	11^{a}	25,1	25,6	25,6	25,2
	12^{30}	25,6	25,4	25,5	25,3
	3^{15}	25,8	25,5	25,7	25,3
	4	25,8	26,7	27,0	26,3

	Zeit	Lufttemp.	3,5 cm.	8 cm.	13,5 cm.
18 Jan.	4^{15}	26,0	27,3	28,0	26,9
	4^{22}	„	27,8	28,6	27,3
	4^{30}	25,8	28,3	29,3	27,6
	4^{35}	25,9	28,7	29,7	27,9
	4^{40}	„	29,1	30,2	28,1
	4^{45}	„	29,5	30,7	28,4
	4^{48}	„	30,0	31,2	28,8
	4^{52}	„	30,4	31,6	29,1
	4^{55}	„	30,5	„	„
	4^{58}	25,8	30,7	31,9	29,4
	5^{1}	„	31,1	32,1	29,5
	5^{5}	„	31,3	**32,2**	29,7
	5^{8}	„	31,4	32,2	„
	5^{10}	„	31,5	32,2	29,8
	5^{13}	„	31,6	32,2	29,9
	5^{15}	„	**31,7**	32,1	29,95
	5^{17}	„	31,7	32,0	**30,0**
	5^{20}	„	31,7	31,9	30,0
	5^{23}	„	31,65	31,7	30,0
	5^{25}	25,6	31,6	31,5	30,0
	5^{27}	„	31,45	31,35	29,9
	5^{30}	„	31,3	31,1	29,9
	5^{37}	25,4	30,7	30,4	29,6
19 Jan.	6^{a}	21,9	23,1	23,0	22,8
	7^{a}	„	23,5	23,3	23,2

IV. Beobachtung vom 27—30 Januar.

Drei stäubende Zapfen wurden am 27 Jan. früh $^{1}/_{2}$ 11 Uhr dem Freien entnommen; dieselben wurden so zusammen gebunden, dass sie der Länge nach dicht aneinander lagen, und darauf in jeden derselben in der Mitte des Zapfens ein Thermometer eingesteckt, ein viertes wurde zwischen die 3 Kolben gesteckt („Mitte").

	Zeit	Lufttemp.	K_1	K_2	K_3	Mitte
27 Jan.	10^{45}	25,8	28,0	27,9	28,1	28,8
	12^{m}	26,2	27,1	27,2	27,5	27,8
	12^{30}	26,9	27,6	27,2	27,2	27,7
	3^{35}	26,1	32,8	32,6	31,6	33,5
	4^{p}	„	34,3	33,1	32,2	34,7
	4^{5}	„	36,2	35,3	33,2	36,5
	4^{10}	26,2	37,3	36,2	34,2	37,8
	4^{12}	„	37,7	36,4	34,6	38,1
	4^{15}	„	38,1	36,9	35,5	38,6
	4^{17}	„	38,3	37,1	36,1	38,9
	4^{21}	„	**38,5**	**37,5**	36,6	39,2
	4^{25}	„	38,5	37,5	37,1	39,2
	4^{27}	„	38,3	37,5	37,4	39,1
	4^{31}	„	38,1	37,4	**37,6**	38,9
	4^{36}	„	37,4	37,0	37,6	38,1
	4^{40}	„	36,8	36,4	37,4	37,6
	5^{p}	26,1	34,6	34,1	35,5	35,6
	5^{30}	25,9	32,4	31,4	32,5	32,7
	5^{50}	„	31,4	30,7	31,6	32,4
28 Jan.	6^{20}	23,2	24,4	24,2	24,4	24,8
	7^{30}	23,8	24,8	24,7	24,8	25,0
	9^{a}	25,8	25,8	25,7	25,7	25,9
	10^{30}	25,4	27,3	27,3	27,2	
	11^{10}	25,7	27,4	27,3	27,4	
	1^{10}	26,4	26,7	26,7	26,8	
	3^{10}	26,6	26,6	27,6	27,6	
	4^{p}	26,4	31,6	32,1	31,9	
	4^{10}	„	32,4	33,2	33,0	
	4^{15}	„	33,3	34,0	34,1	
	4^{20}	„	34,1	34,6	35,0	
	4^{22}	26,5	34,4	34,9	35,3	
	4^{25}	26,6	34,8	35,0	35,7	

	Zeit	Lufttemp.	K_1	K_2	K_3
28 Jan.	4^{27}	26,6	35,1	35,0	36,6
	4^{30}	„	35,5	35,0	36,4
	4^{33}	„	35,7	**35,5**	36,5
	4^{35}	„	35,7	35,4	**36,7**
	4^{36}	„	35,8	35,35	36,6
	4^{38}	„	34,9	35,2	36,6
	4^{40}	„	**36,0**	35,0	36,5
	4^{42}	„	35,9	34,4	36,0
	4^{47}	„	35,8	34,4	35,8
	4^{51}	„	35,6	34,1	35,4
	5^{15}	„	33,7	32,2	32,2
	6^{p}	„	31,4	30,6	31,0
29 Jan.	6^{a}	23,5	24,8	24,7	24,6
	9^{a}	24,6	25,2	25,4	25,3
	11^{a}	25,4	26,7	27,0	26,7
	11^{20}	25,6	26,6	27,1	26,9
	12^{m}	25,8	26,1	26,5	26,6
	1^{15}	26,1	25,7	26,1	26,4
	3^{30}	26,0	26,7	27,1	27,1
	3^{55}	„	27,1	27,8	27,9
	4^{10}	„	27,8	28,8	29.0
	4^{20}	„	28,3	29,9	29,4
	4^{25}	„	28,8	30,1	30,0
	4^{30}	„	29,4	30,7	30,6
	4^{32}	25,9	29,6	30,9	30,8
	4^{34}	„	29,8	31,1	31,0
	4^{36}	25,8	30,0	31,3	31,2
	4^{40}	„	30,4	32,0	31,9
	4^{43}	25,7	30,7	32,5	32,3
	4^{45}	„	31,0	32,7	32,6
	4^{47}	25,7	31,4	33,0	33,0
	4^{50}	„	31,6	33,5	33,5
	4^{52}	„	31,9	33,7	33,9

	Zeit	Lufttemp.	K_1	K_2	K_3
29 Jan.	4^{55}	25,7	32,2	34,0	34,2
	4^{53}	25,6	32,6	34,4	34,7
	5^{p}	„	32,9	34,7	35,1
	5^{4}	„	33,2	34,8	35,4
	5^{6}	„	33,5	34,9	35,5
	5^{8}	„	33,7	**35,0**	**35,7**
	5^{10}	„	33,9	34,75	35,7
	5^{12}	„	34,05	„	35,7
	5^{15}	„	34,3	34,8	35,7
	5^{17}	„	34,4	34,6	35,55
	5^{20}	„	34,55	34,5	35,3
	5^{22}	„	**34,6**	34,3	35,2
	5^{24}	„	34,6	34,0	34,9
	5^{26}	„	34,55	33,8	34,8
	5^{30}	„	34,4	33,6	34,5
	5^{37}	25,6	33,3	33,0	33,6
	10^{15p}	25,0	25,5	25,3	25,3
30 Jan.	6^{a}	23,4	24,1	24,1	24,2
	10^{a}	26,0	—	—	26,5
	10^{35}	26,2	—	—	27,1
	12^{m}	26,2	—	—	26,6

Zeit	Lufttemp.	K_3
4^{p}	26,4	27,9
4^{7}	„	28,5
4^{15}	„	29,1
4^{23}	„	29,7
4^{28}	„	30,1
4^{32}	26,7	30,5
4^{40}	26,6	31,3
4^{45}	„	31,8
4^{52}	„	32,5
5^{p}	26,4	33,1

	Zeit	Lufttemp.	K_3
30 Jan.	5^{7}	26,4	**33,5**
	5^{11}	26,2	33,5
	5^{15}	„	33,5
	5^{17}	„	33,3
	5^{20}	„	33,1
	5^{26}	„	32,7
	9^{p}	25,1	25,7
31 Jan.	6^{a}	22,6	23,7
	10^{a}	26,1	26,4
	11^{25}	26,5	26,7
	3^{45}	26,6	26,8
	3^{55}	„	27,0
	4^{5}	„	27,3
	4^{30}	„	28,1
	5	„	29,0
	7^{20}	„	27,3

V. Beobachtung vom 30 Januar—2 Februar.

Von den hier beobachteten Kolben war der eine (K_1) älter, die Schuppen alle offen; der andere jünger (K_2), und nur die basalen Schuppen geöffnet. — Der dritte (K_3) etwas gekrümmte dem ersten ähnlich.

Die Thermometer wurden, in der Mitte des Zapfens eingesteckt; morgens vor 10 Uhr.

	Zeit	Lufttemp.	K_1	K_2	K_3
30 Jan.	10	26,2	27,9	27,6	—
	11^{33}	26,0	27,5	27,6	—
	12^{m}	26,2	26,6	26,8	26,4

	Zeit	Lufttemp.	K_1	K_2	K_3
30 Jan.	4^{p}	26,4	33,6	27,85	31,1
	4^{7}	„	35,5	28,2	33,0
	4^{11}	„	36,5	28,45	34,1
	4^{15}	26,5	37,1	28,6	35,0
	4^{17}	„	37,4	28,7	35,5
	4^{20}	26,6	37,7	—	36,2
	4^{22}	„	37,85	—	36,5
	4^{25}	„	38,0	29,2	37,0
	4^{28}	26,7	38,15	—	37,5
	4^{30}	„	„	29,4	37,7
	4^{32}	„	**38,2**	—	37,8
	4^{34}	„	38,1	29,5	**37,9**
	4^{36}	„	37,95	—	37,85
	4^{38}	„	37,85	29,65	„
	4^{40}	26,6	37,75	—	37,75
	4^{42}	„	37,5	29,8	37,6
	4^{45}	„	37,2	29,9	37,4
	4^{52}	„	36,1	30,0	36,5
	5	26,4	34,6	30,2	35,3
	5^{6}	26,2	33,5	**30,4**	33,9
	5^{11}	„	32,7	30,35	33,0
	5^{15}	„	32,4	30,3	32,6
	5^{20}	„	31,9	30,15	31,9
	5^{26}	26,0	30,8	29,9	31,1
	9^{p}	25,1	25,9	26,0	25,6
31 Jan.	6^{a}	22,6	24,0	24,1	23,5
	10^{a}	26,0	27,0	27,1	26,9
	11^{15}	26,5	27,5	27,2	27,2
	3^{45}	26,3	31,8	31,4	28,8
	3^{55}	26,1	33,2	32,3	29,5
	4^{5}	25,8	34,4	33,7	30,8
	4^{15}	„	36,5	34,9	32,4
	4^{22}	„	**36,6**	35,1	33,6

	Zeit	Lufttemp.	K_1	K_2	K_3
31 Jan.	4^{27}	25,8	36,2	**35,2**	34,4
	4^{30}	„	36,0	35,1	34,7
	4^{33}	„	35,6	34,9	35,1
	4^{38}	„	35,0	34,5	**35,3**
	4^{43}	„	34,1	33,5	35,1
	5^{p}	25,7	32,5	32,0	34,6
	7^{20}	24,9	27,7	28,1	25,2
1 Febr.	7^{a}	23,4	24,9	24,9	24,5
	11^{a}	24,4	26,6	26,6	25,7
	3^{50}	25,3	28,1	30,7	27,0
	4^{p}	„	29,4	32,5	27,2
	4^{15}	25,2	30,5	34,7	28,3
	4^{23}	„	32,4	35,9	28,9
	4^{26}	„	32,8	36,2	29,1
	4^{30}	„	33,4	36,4	29,7
	4^{35}	„	34,1	**36,45**	30,3
	4^{37}	„	34,5	36,3	30,5
	4^{40}	„	34,9	36,15	30,8
	4^{42}	„	35,1	35,9	31,0
	4^{45}	„	35,4	35,6	31,4
	4^{47}	„	**35,45**	35,4	31,6
	4^{50}	„	35,45	34,9	32,2
	4^{53}	„	35,45	34,4	32,7
	4^{55}	„	35,35	34,2	„
	5^{p}	„	34,8	33,6	33,2
	5^{5}	„	34,4	32,9	33,8
	5^{10}	„	34,0	32,4	**33,9**
	5^{12}	„	—	—	33,8
	5^{15}	„	33,4	31,7	33,6
	5^{20}	„	32,6	31,1	33,3
	5^{25}	„	32,2	30,8	32,9
	6^{30}	24,2	29,4	29,4	28,4

	Zeit	Lufttemp.	K_1	K_2
2 Febr.	6^{30}	23,0	24,4	24,0
	10^{30}	25,1	26,2	26,1
	2^{50}	25,7	26,7	—
	4^{30}	26,2	29,5	32,5
	4^{35}	„	—	32,8
	4^{40}	„	—	33,5
	4^{45}	„	30,9	34,1
	4^{50}	„	31,4	34,3
	4^{55}	„	31,9	35,4
	5	26,0	32,3	35,6
	5^{5}	„	33,0	**35,7**
	5^{10}	„	33,6	35,3
	5^{15}	„	33,9	34,9
	5^{20}	„	**34,1**	34,5
	5^{25}	„	34,0	33,4
	5^{45}	„	32,7	30,9
	9^{20}	25,1	26,4	25,0

Am 3 Februar steigen K_1 und K_2 bis abends 5^{30} beide über 30°; um 6 Uhr Abends erreichten sie mit 31,2 (K_1) und 31,7 (K_2) das Maximum.

VI. Beobachtung vom 2—6 Februar.

4 Zapfen von verschiedener Entwicklung: K_1 und K_2 haben völlig geöffnete Schuppen und stäuben, K_3 stäubt im oberen Theile noch nicht; K_4 hat nur an der Basis wenige offene Schuppen, sonst noch geschlossene.

Die Grösse der Zapfen variirt wenig, zwischen 14—16 Cm. Thermometer in der Mitte des Zapfens.

	Zeit	Lufttemp.	K_1	K_2	K_3	K_4
2 Febr.	12m.	25,2	27,4	27,5	27,5	—
	2^{10}	25,4	26,2	26,9	26,7	26,5
	2^{50}	25,7	26,3	26,8	26,7	26,4
	3^{50}	25,9	26,4	26,9	26,6	26,5
	4^{15}	25,7	26,7	27,8	29,8	26,8
	4^{25}	„	27,0	29,0	32,4	27,1
	4^{30}	„	—	—	33,5	—
	4^{33}	„	—	—	34,1	—
	4^{35}	„	27,4	30,0	34,3	27,4
	4^{40}	„	27,6	30,6	35,4	27,6
	4^{45}	„	28,0	31,3	36,3	27,7
	4^{50}	„	28,1	31,7	36,55	27,9
	4^{55}	„	28,4	32,2	36,9	28,1
	5	„	28,5	32,7	**37,0**	28,3
	5^{5}	„	29,2	33,3	36,8	28,7
	5^{10}	„	29,6	33,7	36,1	28,9
	5^{15}	„	29,7	33,7	34,4	28,9
	5^{17}	„	—	**33,8**	—	—
	5^{20}	„	30,3	33,8	34,8	**29,1**
	5^{25}	25,6	30,3	33,4	33,7	29,1
	5^{30}	„	—	—	—	29,1
	5^{45}	25,3	**30,5**	32,1	31,2	28,9
	5^{50}	„	30,5	31,8	30,9	28,9
	5^{52}	„	30,4	—	—	—
	6p	„	30,2	31,2	30,4	28,7
	9^{20}	24,7	25,6	26,4	26,3	26,0
3 Febr.	9^{20a}.	23,8	23,4	24,0	24,0	24,0
	11^{20}	„	25,0	25,6	25,7	25,2
	11^{45}	24,0	25,1	25,8	25,7	25,4
	3^{56}	24,8	29,6	32,6	30,9	26,1
	4	„	30,1	33,5	31,7	„
	4^{4}	„	30,8	34,2	32,5	„
	4^{6}	„	31,1	34,7	32,9	„

	Zeit	Lufttemp.	K_1	K_2	K_3	K_4
3 Febr.	4^{3}	24,8	31,9	35,5	33,7	26,1
	4^{10}	„	32,5	35,9	34,1	26,1
	4^{12}	„	32,9	36,4	34,7	26,3
	4^{15}	„	33,7	37,1	35,6	26,4
	4^{20}	24,7	34,6	37,8	36,7	26,4
	4^{25}	„	35,2	38,8	37,4	26,4
	4^{28}	„	35,8	**38,55**	37,7	26,6
	4^{30}	„	36,0	38,55	37,8	26,7
	4^{33}	„	36,05	38,4	**37,9**	26,8
	4^{35}	„	**36,1**	38,25	37,8	26,9
	4^{37}	„	36,1	38,0	37,65	26,9
	4^{40}	„	35,9	37,6	37,4	27,0
	4^{45}	„	35,85	37,0	37,4	27,1
	4^{55}	24,6	33,9	33,9	33,8	27,1
	5^{p}	„	32,9	33,9	33,7	27,7
	5^{35}	24,4	28,5	29,8	29,7	28,0
	5^{55}	24,3	28,3	29,3	29,0	**30,1**
	6^{p}	„	28,3	29,3	29,0	30,3
	6^{15}	„	28,1	29,1	28,9	29,9

Der Temperaturgang am Vormittag war dem gestrigen gleich.

4 Febr.	3^{45p}	25,8	—	28,7	28,1	29,8
	4^{40}	25,6	—	**36,3**	35,5	**35,6**
	4^{43}	„	—	36,4	**35,9**	35,0
	4^{45}	„	—	36,2	35,8	34,7
	4^{47}	„	—	36,1	35,9	34,1
	4^{55}	„	—	35,1	35,6	32,5
5 Febr.	12^{m}	24,7		25,7	25,9	25,7
	2^{10}	25,0		25,7	25,7	25,8
	2^{35}	24,9		25,8	25,9	25,8
	2^{55}	25,2		26,1	26,1	26,1
	3^{5}	„		26,15	26,3	26,3
	3^{35}	„		26,4	26,4	27,3
	3^{45}	25,4		26,6	26,7	28,5

	Zeit	Lufttemp.	K_1	K_2	K_3	K_4
5 Febr.	3^{50}	25,4		26,9	27,0	29,5
	3^{57}	„		27,1	27,2	30,7
	4^{p}	„		27,2	27,3	31,2
	4^{5}	„		27,7	27,5	32,5
	4^{10}	„		28,0	27,7	33,6
	4^{15}	25,3				34,5
	4^{13}	„		28,7	28,0	35,2
	4^{20}	„				35,5
	4^{22}	„				35,9
	4^{25}	„		29,5	28,6	36,25
	4^{32}	„		30,4	29,4	**36,4**
	4^{35}	„		30,6	29,6	35,7
	4^{40}	25,2		31,2	30,2	35,2
	4^{43}	„		31,3	30,15	34,95
	4^{45}	„		31,5	30,35	34,6
	4^{47}	„		31,6	30,2	34,2
	4^{50}	„		32,0	30,6	33,7
	4^{53}	„		32,3	30,9	33,3
	4^{55}	„		32,6	31,1	32,6
	5^{p}	„		33,1	31,6	31,9
	5^{3}	„		33,5	31,9	31,7
	5^{5}	„		33,7	32,0	31,0
	5^{10}	„		**34,0**	32,2	30,5
	5^{15}	„		34,0	32,4	30,2
	5^{17}	„		34,0	32,4	—
	5^{18}	„		33,9	32,45	—
	5^{20}	„		33,9	**32,5**	29,95
	5^{25}	„		33,6	32,5	29,1
	5^{30}	25,1		32,9	32,3	29,2
	5^{45}	25,0		31,5	31,7	28,9
	6^{30}	24,8		28,4	29,0	28,3
	6^{45}	„		27,9	28,5	28,1
6 Febr.	6^{15a}	22,3		23,2	23,2	23,5

b. *Ergebnisse bei Macrozamia.*

Die Ergebnisse bei Macrozamia sind im Ganzen denen von Ceratozamia gleich.

1. Auch hier ist eine tägliche Wärmeperiode, die sich in aufeinander folgenden Tagen wiederholt, vorhanden. Von der nahezu der Luft gleichen Temperatur (0,5 bis 1,5 mehr) wird das Maximum zumeist noch vor Mittag erreicht. Der Überschuss ist 9—11° gewesen. Ein kleines Maximum lassen meine Beobachtungen nicht ableiten.

2. Die *Verschiebung des Maximums* findet auch hier statt, ganz wie bei Ceratozamia, wie die folgende Übersicht beweist, aber *in entgegengesetzter Richtung.*

N. I.	2 cm.	5 cm.	7 cm.	10 cm.	13 cm.
10 Jan.	12^{5}	12^{10}	„	„	„
11 Jan.	11^{45}	11^{55}	12^{15}	1^{30}	„
12 Jan.	„	11^{15}	11^{40}	12^{20}	„
13 Jan.	„	10^{47}	11^{7}	11^{53}	12^{40}
14 Jan.	„	10^{5}	11^{10}	11^{20}	12^{20}

N. II.	3 cm.	9 cm.	15 cm.
15 Jan.	11^{57}	12^{20}	1^{30}
16 Jan.	11^{0}	11^{13}	11^{45}

Man sieht: während bei Ceratozamia die Regel ist, dass das Maximum jeden folgenden Tag später kommt, tritt es *bei Macrozamia jeden folgenden Tag früher ein.* Die Verschiebung ist sehr kräftig, kräftiger als bei Ceratozamia und kann über 2 Stunden betragen. Die Thatsache, dass bei zwei neben einander beobachteten verschiedenen Pflanzen die Verschiebungen der Maxima in entgegengesetzter Richtung stattfinden, ist von grosser Bedeutung für die Beurtheilung derselben. Damit scheint auf einmal jeder Gedanke entfernt, dass es sich etwa um eine patho-

logisches Verhalten der Kolben handle. Das Phaenomen erscheint vielmehr unter dem Gesichtspunkt einer Lebenseinrichtung, die für das Blüthenleben von Belang sein kann. Wenn die Wärmeentwicklung wirklich ein Lockmittel für Thiere zum Besuche sein soll, so können diese Verschiebungen Versuche darstellen, die energische Anlockung der Thiere zu verschiedenen Zeiten vorzunehmen, anderer Thiere oder derselben unter verschiedenen Umständen habhaft zu werden.

3. Sehr regelmässig tritt das Maximum am Zapfen im obern Theil zuerst ein und schreitet von da gegen die Basis.

4. Schliesslich möchte ich hier noch der nicht bedeutungslosen Thatsache erwähren, dass die Zapfen schon längere Zeit vor der Reife Temperaturerhöhung, wenn auch geringe zeigen. So zeigte mir ein völlig grüner Zapfen, in welchen zur Einlegung des Thermometers ein Loch künstlich gebohrt werden musste, (in der Mitte):

30 Jan.	12m	27,9	bei	26,2	Lufttemp.
	4p	28,1		26,4	
	5p	"		"	
	9p	26,9		25,1	
31 Jan.	6a	24,8		22,6	

BEOBACHTUNGSTABELLEN [1]).

I.

Der männliche Zapfen ist 16 cm. lang, die grünen Zapfenschuppen sind noch geschlossen, aber auf 5 cm. Länge von der

1) Nach Bentham et Müller, flor. austr. VI. 253 eine Form von M. Miquelii F. Müll. die Abbildung und Beschreibung des Pflanze befindet sich in Gard. Chron. 1877, Mai 26 p. 665.

Spitze ab ist derselbe gelb, und die Schuppen geöffnet; in diesem Theile fühlt sich der Zapfen auch warm an. — Ein Thermometer kommt mitten in den gelben u. warmen Theil (2 cm. von der Spitze), ein zweites in das Ende dieses Theiles, wo der grüne beginnt (5 cm. von der Spitze). Im ersten Theile sind die Pollensäcke gelb, im zweiten weiss. — Später wird ein Thermometer bei 7 cm. Abstand von der Spitze eingesenkt.

	Zeit	Lufttemp.	K 2 cm.	Diff.	K 5 cm.	Diff.
10 Jan.	11^{a}	23,8	29,3	5,5	28,0	4,2
	11^{7}	„	29,7	5,9	28,6	4,8
	11^{12}	23,9	30,1	6,2	29,1	5,2
	11^{15}	„	30,4	6,5	29,5	5,6
	11^{22}	24,0	31,0	7,0	30,1	6,1
	11^{30}	24,1	31,6	7,5	30,7	6,8
	11^{35}	24,1	32,2	8,1	31,6	7,5
	11^{40}	24,1	32,5	8,4	31,9	7,8
	11^{43}	24,2	32,7	8,5	32,0	7,8
	11^{45}	„	32,8	8,6	32,4	8,2
	11^{50}	„	33,0	8,8	32,6	8,4
	11^{55}	24,5	33,2	8,7	33,0	8,5
	12^{m}		33,4	8,9	33 3	8,7
	12^{5}	24,7	**33,6**	**8,9**	33,4	8,7
	12^{10}	„	33,3	8,6	**33,5**	**8,8**
	12^{15}	„	33,1	8,4	**33,5**	**8,8**
	12^{20}	24,8	32,8	8,0	33,4	8,6
	12^{30}	24,7	32,4	7,7	33,2	8,5
	12^{35}	24,9	31,9	7,0	32,9	8,0
	12^{40}	„	31,5	6,6	32,6	7,5
	1^{30}	24,6	28,0	3,4	29,4	4,8

Zeit	Lufttemp.	K 2 cm.	K 5 cm.	K 7 cm.
2^{30}	24,5	26,1	26,9	
2^{45}	„	26,0	26,6	26,9
2^{55}	24,6	25,7	26,4	26,7

Zeit	Lufttemp.	K 2 cm.	K 5 cm.	K 7 cm.
3^{30}	24,6	25,4	25,9	26,3
4^{15}	„	25,1	25,5	26,0
4^{30}	„	25,1	25,4	25,9
4^{45}	„	25,1	25,4	25,8
5^{p}	„	25,1	25,4	25,8
5^{20}	24,7	25,0	25,4	25,8
6^{p}	24,6	—	25,3	25,7

			K 2 cm.	K 5 cm.	K 7 cm.	K 10 cm.	K 13 cm.
11 Jan.	7^{a}	22,8	—	23,8	24,1	—	—
	7^{7}	23,0	—	24,0	24,4	24,1	24,0
	7^{15}	23,1	—	24,1	24,4	24,2	24,1
	9^{10}	23,6	—	24,4	24,9	24,5	24,4
	10	23,9	—	26,0	25,5	24,7	24,6
	11^{15}	24,6	—	33,2	29,5	25,6	
	11^{20}	„	—	33,5	29,9	—	
	11^{30}	24,3	—	33,8	30,1	25,8	
	11^{35}	24,2	31,6	34,7	31,1	26,1	
	11^{45}	„	**32,2**	35,2	31,4	26,2	
	11^{50}	„	32,2	35,3	31,8	26,3	
	11^{55}	„	32,2	**35,4**	32,1	26,4	
	12^{m}	„	31,5	35,3	32,5	26,6	
	12^{7}	„	31,1	35,0	32,8	26,7	
	12^{10}	„	30'9	34,9	32,9	26,8	
	12^{15}	„	30,6	34,7	**33,1**	27,0	
	12^{20}	„	30,1	34,1	33,1	27,1	
	12^{30}	„	29,7	33,7	32,9	27,3	
	12^{35}	„	29,5	33,3	32,7	27,4	
	12^{40}	„	29,2	33,1	32,7	27,6	
	12^{50}	„	28,9	32,6	32,4	27,7	
	1^{30}	„	27,2	30,1	30,6	**27,9**	
	3^{45}	„	25,1	25,8	26,3	26,0	
	4^{45}	„	—	25,4	25,8	25,4	
	6^{p}	„	—	25,3	25,6	23,6	

	Zeit	Lufttemp.	K 5 cm.	K 7 cm.	K 10 cm.	K 13 cm.
12 Jan.	7^{a}	22,6	23,6	23,9	23,6	
	7^{45}	„	23,75	24,0	23,75	
	9^{15}	23,3	23,7	25,5	24,5	
	9^{45}	23,5	27,3	26,3	24,9	
	10^{a}	24,0	29,4	27,9	25,6	
	10^{30}	24,0	32,2	30,1	26,3	
	10^{40}	24,2	33,3	31,2	26,7	
	10^{55}	24,5	34,7	32,9	27,4	
	11^{5}	„	35,2	34,0	27,9	
	11^{15}	—	**35,5**	34,8	28,5	
	11^{40}	24,8	34,7	**35,2**	29,4	
	11^{50}	24,9	34,0	34,9	29,9	
	12^{5}	24,8	33,6	34,5	30,1	
	12^{10}	„	33,2	34,1	30,25	
	12^{15}	„	—		30,35	
	12^{20}	„	—		**30,45**	
	12^{30}	„	—		30,40	
	12^{40}	„	—		30,40	
	3^{30}	24,4	26,1	26,5	26,5	
	4^{15}	24,8	25,8	26,0	26,0	
13 Jan.	7^{a}	23,0	24,2	24,5	24,3	24,5
	7^{45}	23,3	24,6	24,8	24,5	24,5
	8^{a}	23,4	24,8	24,9	24,6	24,6
	9^{15}	23,9	28,6	27,8	25,9	25,2
	10^{15}	24,3	33,7	32,9	28,7	26,2
	10^{30}	24,2	34,3	33,7	29,2	26,2
	10^{35}	„	34,5	34,2	29,7	26,5
	10^{40}	24,3	34,8	34,8	30,2	26,7
	10^{47}	24,4	**34,9**	35,1	30,6	26,9
	10^{55}	„	34,7	35,2	31,2	27,2
	10^{58}	„	34,7	35,4	„	27,3
	11^{2}	„	34,7	35,5	31,6	27,4
	11^{7}	„	34,5	**35,6**	31,9	27,5

	Zeit	Lufttemp.	K 5 cm.	K 7 cm.	K 10 cm.	K 13 cm.
13 Jan.	11^{10}	„	34,2	35,4	31,9	27,6
	11^{13}	„	34,1	35,5	32,2	27,7
	11^{22}	„	33,7	35,2	32,5	28,0
	11^{35}	„	33,0	34,6	33,0	28,4
	11^{55}	24,8	32,2	34,0	**33,15**	29,0
	12^{20}	24,9	31,3	33,2	32,7	29,4
	12^{30}	„	30,8	32,6	32,4	29,4
	12^{40}	„	—	—	—	**29,5**
	1^{40}	„	28,1	29,2	29,5	28,6
	2^{20}	25,1	27,3	28,1	28,3	28,1
	4^{p}	24,6	25,8	26,3	26,5	26,6
	5^{40}	24,7	26,0	26,3	26,0	26,1
	6^{p}	24,4	26,0	26,1	26,0	26,0
14 Jan.	6^{45}	23,7	24,1	24,3	24,1	24,0
	7^{30}	23,8	24,6	24,8	24,3	24,2
	8^{a}	22,8	25,4	25,2	24,5	24,3
	9^{10}	„	28,5	28,6	26,3	24,8
	9^{30}	23,0	29,6	29,9	27,1	25,2
	9^{45}	„	30,3	30,9	28,0	25,5
	9^{55}	23,1	30,6	31,5	28,6	25,8
	10^{5}	23,2	**30,8**	32,1	29,3	26,2
	10^{20}	23,4	30,8	32,3	30,4	26,9
	10^{30}	„	30,6	32,5	30,8	27,3
	10^{40}	23,7	30,6	32,6	31,5	27,7
	10^{45}	„	30,5	32,75	31,75	27,9
	10^{50}	23,8	30,6	32,75	31,9	28,1
	10^{55}	„	30,6	32,65	32,1	28,3
	11^{a}	24,0	30,6	32,8	32,4	28,6
	11^{5}	24,1	30,6	32,2	32,7	28,9
	11^{10}	24,2	30,6	**32,9**	32,85	29,1
	11^{20}	„	30,55	32,7	**33,05**	29,5
	11^{30}	„	30,45	32,4	33,0	29,8
	11^{40}	24,3	30,1	32,2	32,9	30,1
	11^{55}	24,5	29,8	31,8	32,6	30,5

	Zeit	Lufttemp.	K 5 cm.	K 7 cm.	K 10 cm.	K 13 cm.
14 Jan.	12^{30}	24,8	29,4	30,6	33,7	**30,7**
	12^{30}	24,8				30,5
	12^{37}	„	29,1	30,6	31,4	30,4
	4P	24,5	25,6	29,9	26,2	26,4

Am Ende des Tages war der Kolben bis auf den untersten Theil völlig gelb; die Pollensäcke waren im oberen Theil braun, im untern gelb geworden, nirgends mehr weiss, der eigenthümliche, etwas scharfe Geruch derselben dauert noch an.

II.

Der Zapfen ist 18 cm. lang, alle Schuppen gelockert, die obersten stäuben, die grössere Zahl dagegen hat noch geschlossene, weisse Pollensäcke.

	Zeit	Lufttemp.	3 cm.	9 cm.	15 cm.	von der Spitze.
14 Jan.	4^{30}	25,2	26,0	26,6	26,0	
	4^{50}	25,2	25,9	26,5	26,0	
	5^{50}	25,0	25,5	26,1	25,9	
15 Jan.	6a	22,2	23,4	24,1	24,0	
	6^{15}	22,4	23,4	24,1	24,0	
	7a	23,0	23,7	24,2	24,1	
	9^{10}	24,1	24,8	25,2	25,1	
	9^{40}	„	25,3	25,7	25,4	
	10a	24,2	25,6	25,9	25,6	
	10^{40}	„	27,9	27,0	26,2	
	10^{45}	„	28,1	27,4	26,3	
	11	„	29,7	28,2	26,7	
	11^{10}	„	31,4	29,6	26,7	
	11^{25}	24,5	33,5	31,8	27,8	
	11^{40}	24,6	34,6	33,7	28,5	
	11^{45}	„	34,9	34,5	28,8	
	11^{47}	„	35,1	34,8	28,9	

	Zeit	Lufttemp.	3 cm.	9 cm.	15 cm. von der Spitze.
15 Jan.	11^{50}	24,6	35,3	35,3	29,1
	11^{53}	„	35,5	35,7	29,3
	11^{57}	„	**35,6**	36,2	29,6
	12	„	35,6	36,8	29,8
	12^{3}	„	35,6	37,0	29,9
	12^{5}	„	35,6	37,1	30,1
	12^{7}	„	35,5	37,15	30,2
	12^{10}	24,5	35,45	37,3	30,4
	12^{14}	24,4	35,2	37,5	30,7
	12^{16}	„	35,1	37,6	30,8
	12^{20}	„	34,8	**37,7**	31,1
	12^{25}	„	34,2	37,7	31,4
	12^{30}	24,5	33,9	37,6	31,6
	12^{32}	„	33,7	37,5	31,8
	12^{35}	„	33,4	37,4	32,0
	12^{40}	„	33,1	37,3	32,3
	12^{45}	„	32,7	37,1	32,6
	12^{50}	„	32,3	36,8	33,1 [1])
	1^{50}	24,6	28,9	33,4	32,6
	2p	24,7	28,7	33,0	32,4
	4^{10}	24,5	25,8	27,7	27,1
	5p	„	25,3	26,4	25,8
	6p	24,2	25,1	25,8	23,9
16 Jan.	6^{45}	22,2	23,2	23,7	23,9
	7a	22,3	23,2	23,7	23,9
	7^{30}	22,7	23,5	23,9	24,0
	8a	23,2	—	24,2	24,3
	9^{15}	24,2	26,6	25,9	25,9
	9^{45}	24,5	28,3	27,4	26,7
	10^{5}	25,0	30,0	29,4	28,1
	10^{20}	„	31,2	31,1	29,4

1) Zwischen 12^{50} und 1^{50} erfolgte, wie ein eingelegtes Maximum-Thermometer bewies, das Temperaturmaximum mit 34,2°

	Zeit	Lufttemp.	3 cm.	9 cm.	15 cm.	von der Spitze.
16 Jan.	10^{35}	25,2	31,2	33,1	31,3	
	10^{45}	„	34,1	34,5	31,9	
	10^{48}	25,4	34,4	35,3	32,6	
	10^{30}	„	„	35,7	32,6	
	10^{55}	25,6	34,5	36,2	33,6	
	11	„	**34,7**	37,1	34,3	
	11^{7}	„	„	37,9	35,5	
	11^{15}	„	34,6	38,2	36,3	
	11^{18}	„	34,3	**38,3**	36,8	
	11^{25}	„	34,0	38,2	36,5	
	11^{35}	25,7	33,4	37,7	37,8	
	11^{40}	„	33,0	37,4	38,2	
	11^{45}	„	32,7	37,0	**38,3**	
	11^{50}	25,8	32,3	36,6	38,2	
	12^{m}	„	31,9	36,1	38,0	
	12^{20}	„	31,1	35,3	37,1	
	12^{35}	„	30,5	34,7	36,4	
	4^{10}	25,3	26,8	26,3	26,9	
	5^{45}	25,2	25,6	26,1	26,0	
17 Jan.	7^{a}	22,7	23,9	24,2	24,2	

2. *Wärme in den Palmenblüthen.*

Dass die Palmen beim Aufgehen der Blüthen (Spathen) erhöhte Temperatur zeigen, ist meines Wissens von *Martius* entdeckt worden, und die Mittheilung in seinem grossen Palmenwerk das Einzige von Litteratur, was wir darüber besitzen.

Er sagt dort, Hist. nat. palm. Vol. I 1831 p. CXLVI:

§ 129. Florum calor, odor, nectar. Quarundam palmarum flores quin *proprium* nec affini aëris temperamento obnoxium *calorem* emittant extra dubitationem positum est. Sic quum quondam *Maximilianae regiae* resectam a caudice spatham cultro discinderem, flores illius disquisiturus, mira temperatura affi-

ciebar spadicis, cujus calor digitos inter arcte compressos florum ramos insertos statim attingebat et qua thermometrum ad 34° R. ascendit, aëre affini 29° R. offerente. Simul spatha vapore videbatur oppleta aqueo, qui ad ejus parietes condensatus hos ipsos madefecerat. Haud dissimilia posthac in *Bactride*, *Acrocomia*, *Iriartea* inveni. De *Phoenice* simile pluries mihi narratum est, et autores referunt, limpidum humorem intra spatham masculam contentum sapore ad recentium dactylorum accedere cum quodam aromate (Rosenmüller bibl. Alterthumskunde IV. p. 299). Hujus altioris temperaturae inter spadicis ramos obtinentis una haberi possit causa insolatio, quae aliquantum in coopertam spatham agitavit; at praeterea reputandum est, ad efformandam magnam pollinis inter antheras quantitatem jam pro physicis legibus multum caloris et aquae et aquosi vaporis requiri atque exigi, quum pollen e succis et particulis in iis solutis condensetur. Quum vero vigor adolescentium florum semper in comitatu quasi habeat evolutionem acidi carbonici, haud veri dissimile sit etiam in clausa spatha effici acidum carbonicum.

Mir ist es im Buitenzorger Garten möglich geworden, die Erwärmung der Palmenblüthenstände an einer Reihe von Gattungen festzustellen. Dem Reichthum aber gegenüber, den das unvergleichliche Palmenquartier des Hortus bogoriensis entfaltet, sind es immerhin nur wenige, die ich untersuchen konnte. Denn es hat bekanntlich seine Schwierigkeiten, die Palmenblüthen zu erreichen und noch grössere, sie rechtzeitig im gehörigen Reifestadium zu erkennen. Gewöhnlich wird man erst auf die Blüthen aufmerksam, wenn am Fusse des Stammes eine mächtige frische Spatha liegt. Am ehesten kommt man noch zum Ziele, wenn man die Palmenwipfel öfter mit dem Opernglase absucht; dann hat das Herabholen immer noch seine Schwierigkeit und Gefahr, der Kletterkunst der Malaien unerachtet.

Dass meine Beobachtungsreihen an den Palmen gegenüber den bei Cycadeen und Araceen einen auffallend fragmentarischen Character tragen, hat seinen Grund auch noch darin, dass sich abgeschnittene Palmblüthen, freiliegend oder in Wasser ste-

hend, merkwürdig schlecht halten, kaum von einem Tag zum andern, gewöhnlich ohne ihre Knospen zu öffnen.

Am ausführlichsten habe ich Beobachtungen von *Bactris speciosa*. Diese Palme zeigt: 1) eine mehrere Tage dauernde Erwärmung. Es scheint, als ob die Erwärmung nicht bloss am Tage statthabe, sondern auch die Nacht fortdaure. Wenigstens wurde die Temperatur sowohl Abends nach 10 Uhr als Morgens früh ziemlich hoch gefunden, was, wenn es sich so verhält, sehr im Gegensatze zu den Cycadeen und Araceen steht. 2) Die Temperaturerhöhung ist dabei sehr ansehnlich und ihre Schwankungen verhältnissmässig gering. Der Gang der Schwankungen, obwohl er 8^{15} früh und 1^{15} Nachm. am gleichen Tage ein Maximum erkennen lässt, gleicht nicht recht einem Periodengang.

Bei Chamaerops stauracantha ist gleichfalls eine zwei Tage dauernde Erwärmung beobachtet; diese erscheint aber thatsächlich als eine zweimal wiederholte Tagesperiode. Die Temperatur geht in der Nacht augenscheinlich herunter; und die etwa anzunehmenden Maxima liegen auffällig am Anfang des Tages.

Nipa (auch Pinanga, N. 7.) ist dadurch besonders interessant, dass an dem völlig geschlossenen Blüthenstand eine fast ebenso hohe Temperatur (bis zu 10°) herrscht, als in dem eben geöffneten. Auch hier liegt die höchste Temperatur im Anfang.

Für Astrocaryum, Phoenix und Bactris spec. gilt das letztere gleichfalls. Nenga Wendlandiana zeigt uns, dass eben aus der Spatha getretene, noch im Blüthenknospenzustand befindliche Inflorescenzen kalt sein können.

Endlich sehen wir, dass die Erwärmung sowohl bei männlichen wie bei weiblichen Blüthenständen vorhanden sein kann.

Auf die Pandanaceen, die so schön und zahlreich im Buitenzorger Garten vorhanden sind, bin ich leider zu spät aufmerksam geworden; ich habe nur noch einen im Verblühen begriffenen männlichen Blüthenstand gefunden, der mir folgende Daten gab:

Zeit	Lufttemp.	zw. d. Staubgef.
8	25,0	27,1
9^{45}	25,3	28,0
11^{a}	25,7	28,3
1^{10p}	26,4	28,7
3^{10}	„	28,8
4p	„	„
5p	„	28,3

Damit bestätigt sich die (einzige) unbestimmte Angabe in der Litteratur, dass Bory de Saint-Vincent in der Blüthe von Pandanus utilis „Wärmezunahme" beobachtet habe (Meyen, Phys. II, 190).

1. *Bactris speciosa* H. Bog.

Der ganze Blüthenstand, früh gegen 7 Uhr dem Baume entnommen, war 80 cm. lang; die Rispe selber, etwa 40 cm. lang, war gelockert, die Blüthen im Knospenzustand, aber die Narben saftbedeckt. Der Blüthenstand wurde durch einen umgelegten Draht etwas zusammengehalten und das Thermometer zwischen die Blüthenknospen, wo sie am dichtesten lagen, gesteckt; es steigt bei 23,8° der Luft sofort auf 28°.

	Zeit	Lufttemp.	Blüthenst.	Überschuss	Bemerkungen.
29 Jan.	7^{30a}	23,8	30,0	6,2	
	7^{45}	24,0	32,6	8,6	
	7^{50}	„	33,0	9,0	
	7^{55}	„	33,6	9,6	
	8^{a}	„	34,0	10,0	
	8^{7}	24,2	34,65	10,45	
	8^{15}	24,3	35,0	**10,7**	
	8^{30}	24,6	35,2	10,6	
	8^{45}	„	35,1	10,5	
	9^{a}	24,4	34,6	10,2	
	9^{20}	24,3	34,1	9,8	
	10^{a}	24,6	33,3	8,8	

	Zeit	Lufttemp.	Blüthenst.	Überschuss	Bemerkungen.
29 Jan.	11^{a}	25,4	33,0	7,6	
	11^{30}	25,6	33,1	7,5	
	12^{m}	25,7	34,6	8,9	
	12^{15}	25,8	35,1	9,3	
	12^{20}	„	35,3	9,5	
	12^{25}	„	35,5	9,7	
	12^{30}	„	35,7	9,9	
	1^{15}	26,1	36,3 [1])	**10,2**	
	1^{20}	„	36,1	10,0	
	3^{30}	26,0	34,2	8,2	
	3^{55}	„	34,2	8,2	
	4^{10}	„	34,0	8,0	
	5^{p}	25,6	34,1	8,5	
	5^{30}	„	34,1	8,5	
	10^{15p}	25,0	34,1	9,1	
30 Jan.	6^{a}	23,4	33,5	10,1	Blüthenknospen
	7^{a}	23,8	33,6	9,8	noch geschlossen,
	9^{a}	25,0	34,2	9,2	leicht abfallend.
	12^{m}	26,2	33,9	7,7	
	4^{p}	26,4	34,3	7,9	
	6^{p}	26,6	34,25	7,65	
	9^{p}	25,6	33,8	8,2	
31 Jan.	6^{a}	23,6	32,2	8,6	

Die Blüthen fielen ab, ohne aufzugehen; darum wurde der Versuch abgebrochen.

2. *Chamaerops stauracantha.* [2])

Ein weiblicher Blüthenstand ist früh 10 Uhr halb geöffnet; oben ist die Spatha noch geschlossen; derselbe fühlt sich deutlich warm an; ein eingeführtes Thermometer steigt, bei 24,0°

---

1) Ein eingestecktes Maximum-thermometer zeigte, dass diese Zahl wirklich das erreichte Maximum ist.

2) = Acanthorhiza aculeata H. Wendl.?

Lufttemp., sofort auf 33,8°; oben an der von der Spatha noch gedeckten Stelle auf 34,8°. Selbst an den ganz frei liegenden Blüthenästen ist die Temperatur 31,2°. — I. an der Spitze des Blüthenstandes, Blüthen in die Spatha eingeschlossen; II. Spatha offen, Blüthen frei, aber die Aeste des Spadix dicht zusammenliegend.

	Zeit	Lufttemp.	I	Diff.	II	Diff.
11 Jan.	10^{45}	24,6	34,0	9,4	30,7	6,1
	11^{15}		33,0	8,4	29,9	5,3
	11^{25}		32,7	8,1	30,2	5,6
	11^{35}	24,2	32,5	8,3	30,0	5,4
	11^{50}		32,1	7,9	29,7	5,5
	12^{m}		31,8	7,6	29,3	5,1
	12^{15}		31,6	7,4	29,0	4,8
	1^{30}		30,1	5,9	27,1	2,9
	3^{45}	24,7	28,2	3,5	26,5	2,3
	4^{45}		28,0	3,3	26,2	2,0
	5		27,0	2,3	—	
12 Jan.	7^{a}	22,6	27,7	5,1		
	7^{45}	„	28,5	5,9		
	8^{a}	22,7	28,8	6,1		
	9^{15}	23,3	29,3	6,0		
	9^{45}	23,5	29,1	5,6		
	10^{a}	24,0	28,9	4,9		
	10^{30}	„	28,6	4,6		
	10^{40}	24,2	28,5	4,3		
	10^{55}	24,5	28,4	3,9		
	11^{5}	„	28,3	3,8		
	11^{15}	„	28,2	3,7		
	11^{40}	24,8	28,0	3,2		

Narben schwarz geworden, die Blüthen fallen.

3. *Nipa fruticans.*

Am 18 Februar Morgens 7 Uhr fand ich einen offenen männlichen Blüthenstand sehr geschäftig von wespenartigen Insecten

(mit schwarzgelb geringeltem Leibe) besucht; derselbe fühlte sich sehr entschieden warm an. Dieser und ein noch in die oranggelben Scheiden eingeschlossener, ungeöffneter Blüthenstand wurden ins Laboratorium genommen und in Wasser stehend auf Temperatur beobachtet. Thermometer zwischen den männl. Blüthen.

	Zeit	Lufttemp.	Offener	Diff.	Geschloss. Blst.	Diff.
18 Febr.	7^{30}	23,9	33,7	9,8	32,5	8,6
	7^{37}	24,0	34,05	**10,05**	33,4	**9,4**
	7^{50}	24,1	33,9	9,8	33,5	9,4
	8^{15}	24,4	33,0	8,6	32,5	8,1
	9^{30}	25,3	28,6	3,3	30,6	5,3
	11^{30}	26,8	26,9	0,1	29,1	2,3
	12^{30}	27,0	27,0	0,0	28,7	1,7
	3^{30}	27,0	26,9	0	28,5	1,5
	5^{p}	26,4	26,4	0	28,0	1,6
19 Febr.	6^{a}	23,2	22,6	0	24,0	0,8
	6^{30}	22,0	22,0	0	23,5	1,5
	7^{10}	23,2	22,2	0	„	0,3

Da der offene Blüthenstand verblüht ist, der geschlossene sich nicht geöffnet hat und auch keine Öffnung verspricht, wird der Versuch abgebrochen.

4. *Astrocaryum chischon* Hort. Leyd.

Ein männlicher Blüthenstand, morgens 9 Uhr offen gefunden, zeigt in der Spatha (aussen braun u. dichtbestachelt, innen purpurrosa) etwa 50 fingerdicke, weisse Aeste, deren Blüthen von kleinen Bienen zahlreich umflogen sind; zwischen die dichten Aeste wird das Thermometer gebracht.

	Zeit	Lufttemp.	Spadices	Diff.
17 Jan.	9^{a}	24,4	24,4	0
	9^{12}	„	28,5	4,1

	Zeit	Lufttemp.	Spadices	Diff.	
17 Jan.	9^{20}	24,4	30,0	6,0	
	9^{40}		32,2	8,2	
	10^{a}	24,6	33,0	**8,4**	
	11^{a}	25,5	„	7,5	
	11^{30}	„	32,5	7,0	
	12^{30}	„	31,5	6,5	
	4^{p}		30,5	5,5	
	5^{30p}	24,2	30,0	5,8	
18 Jan.	6^{a}	22,8	23,7	0,9	
	11^{a}	25,2	26,0	0,8	
19 Jan.	9^{a}	21,9	22,0	0,1	Verblüht.

5. *Phoenix sp.*

Ein stäubender männlicher Blüthenstand, vor 7 Uhr dem Freien entnommen.

	Zeit	Lufttemp.	Blüthenst.	Überschuss	
13 Jan.	7^{a}	23,0	25,1	2,1	
	7^{25}	23,1	26,6	3,5	
	7^{30}	„	27,0	3,9	
	7^{45}	23,2	27,5	**4,3**	
	8^{a}	23,4	27,6	4,2	
	9^{15}	23,9	26,0	2,1	
	10^{15}	24,3	25,0	0,7	
	10^{35}	„	24,9	0,6	
	11^{a}	24,4	„	0,5	
	12^{20}	24,9	25,1	0,2	
	1^{40}	24,8	25,0	„	
	4^{p}	24,6	„	0,4	Blüthen fallen ab.

6. *Bactris sp.*

Der Blüthenspadix ist Morgens 10 Uhr aus der Spatha getreten, aber noch keine Blüthe offen. Das eingeführte (zwischen die Aeste des Spadix) Thermometer steigt bei 24,2° Lufttemperatur sofort auf 30,2°.

	Zeit	Luftt.	Blüthenst.	Überschuss	
15 Jan.	10^{45}	24,2	30,2	6,0	
	11^{a}	„	31,0	**6,8**	
	11^{12}	„	„	6,8	
	11^{25}	24,5	30,5	6,0	
	12^{m}	24,6	29,5	4,9	
	12^{35}	24,5	29,0	4,5	
	12^{50}	„	„	„	
	1^{30}	„	28,0	3,5	
	4^{p}	„	27,0	2,5	
	5^{p}	„	„	„	
16 Jan.	6^{a}	23,0	„	4,0	Blüthen fallen ab.

7. *Pinanga patula* Bl.

Ein kleiner, noch geschlossener Blüthenstand, mit fertig gebildeten Blüthen zeigt, frisch abgenommen.

	im Jnnern	Lufttemp.	Überschuss
10^{30}	27,2	24,2	3,0
10^{35}	26,6	„	2,4

8. *Nenga Wendlandiana* Scheff.

Die Scheide ist abgefallen, die (3) Aeste des Spadix hängen frei am Baum herab, alle Blüthen noch im Knospenzustand. Vor 7 Uhr Morgens gefunden und aufgenommen; Thermometer zwischen die Aeste geschoben.

	jüngerer	älterer Blüthenstand	Lufttemp.
7^a	23,9	23,7	24,0
8^a	23,8	24,1	24,4
9^a	24,5	25,0	25,0

3. *Araceen.*

Neben den Cycadeen und Palmen habe ich Beobachtungen an 3 Araceen gemacht, die bisher unbeobachtet geblieben sind, an den Gattungen Schismatoglottis, Alocasia uund Philodendron melanochrysum.

Alle 3 gehören zu den Araceen, die nicht einen nackten Appendix haben, wie Arum oder Sauromatum, sondern wo sich der ganze, mit Staubgefässen und Pistillen besetzte Kolben erwärmt, zu denen ja auch die vieluntersuchte Colocasia odora gehört.

1. Schismatoglottis und Alocasia öffnen ihre Spathen am frühen Morgen und zeigen gleich mit dem Öffnen Erwärmung. Diese steigt rasch zu einem Maximum, das bei Schismatoglottis gleich nach der Mittagstunde, um 1^{45} eintritt. Bei Alocasia lässt meine Beobachtung die Möglichkeit zu, dass das Maximum am frühen Morgen vor dem Pflücken eintrat.

2. Philodendron melanochrysum hingegen scheint am Nachmittag aufzublühen; sein Maximum fällt auf den Abend (7^{15}). Andern Tags fand ich — unter Überspringung der Nacht — das Maximum Vormittags 11 Uhr. — Die merkwürdige Erscheinung kann nicht wohl pathologisch oder zufällig zein. Denn *Warming* fand sie auch bei seinem Philodendron Lundii (= Ph. bipinnatifidum Schott nach Ind. Kew.). „Le développement de chaleur comprend deux ondulations calorifiques. Le premier jour la température est maximum vers 6—7 h ½ du soir; elle baisse ensuite, et tombe au Zéro pendant la nuit. Le lendemain, le mouvement calorifique atteint son point culminant a 8—10 h du matin, et cesse vers midi". (Vidensk. Meddelelser for 1867 N. 8—11 p. 145).

3. Den Buitenzorger Beobachtungen füge ich eine ausführ-

liche Untersuchung von Philodendron pinnatifidum bei, welche ich hier im Hallischen Garten gemacht, und welche meine frühere (Arum-Wärme II, 84) an derselben Gattung wesentlich vervollständigt. Die Pflanze zeigt sehr klar eine mehrere Tage anhaltende tägliche Periodicität. Das Maximum fällt auf den Abend zwischen 8 und 9 Uhr. Am ersten Tage (16 Juni) liegt es auf 9^{25}, am 17 Juni auf 8^{20}. Es ist also um eine Stunde verlegt, und zwar nicht später, sondern früher. Auch secundäre Maxima treten sehr klar hervor; und auch sie erscheinen gleichsinnig verschoben, von 12^{15} am ersten, auf 10—12 Uhr am 2ten Tage. Diese Verlegung des Maximums auf eine frühere Stunde hat übrigens auch I. Romer in ganz gleicher Weise beobachtet (Mitth. d. naturw. Vereins f. Neuvorpommern u. Rügen II. Jahrg. 1870 S. 51 ff.). Derselbe fand bei seiner ersten Blüthe das Maximum am 1ten Tage 9^{45p} mit 7,8° C., am zweiten um 9 Uhr mit 15,2° C. Bei der zweiten Blüthe war das Maximum am ersten Abend 11 Nachts (6,6° C. Überschuss), am zweiten um 9^{30p} (mit 8,4° C.).

Nicht minder interessant erscheint die Coincidenz der Geruchsintensität mit der der Wärme.

4. Für Philodendron macrophyllum bestätigt sich das abendliche Maximum.

5. Im Anschluss an die bei Philodendron bemerkte Verschiebung der Maxima mag hier noch eine allgemeine Bemerkung Platz haben.

Dass diese auch bei den Araceen keine Zufälligkeiten, sondern gewöhnlich in einer bestimmten Richtung sich vollziehende Lebens-Veränderungen sind, wird auch durch Vergleichung der vieluntersuchten Colocasia odora bewiesen. Keine Pflanze hat soviele Beobachter gefunden als sie (vom Jahre 1834—1879) und alle haben Verschiebungen der Maxima verzeichnet, zumeist, aber nicht ausnahmslos nach einer Richtung. Die folgende Tabelle zeigt das:

1. Brongniart 1834. [1])

14	März	3^{15}p
15	„	4^{15}
16	„	5
17	„	5
18	„	11^{a}
19	„	10^{a}

2. Vrolik und de Vriese 1836. [2])

29	Apr.	1p	12	Mai	12^{30}p
2	Mai	1—3p	13	Mai	3p
3	Mai	2p			

3. van Beek u. Bergsma 1838 [3])

I^{ter}	Tag	3p
II^{ter}	Tag	3^{30}p

4. Vrolik und de Vriese 1839 [4])

23	Juni	3p
24	Juni	2^{30}
25	Juni	1^{30}

5. Hoppe 1879 [5])

I^{ter}	Tag	2^{15}p
II^{ter}	Tag	1^{45}
III^{ter}	Tag	1^{5}
IV^{ter}	Tag	1p

Im Jahre 1834, 1836, 1838 (4 mal) wurden die Maxima später, 1839 und 1879 (2 mal) wurden sie früher gelegt.

1. *Schismatoglottis latifolia* Miq.

(= Sch. rupestris Zoll. et Mor. nach Ind. Kew.)

Die kräftige Pflanze hat seine Blüthenstände in allen Stadien der Entwicklung. Spadix mit Spatha etwa 10 cm. lang, Spatha weiss, unten grünlich. Ein Appendix ist nicht vorhanden; der obere Theil dicht mit Antheren bedeckt; am untern Drittheil der Antherensäule wird das Thermometer angelegt.

Die reifen Blüthenstände gehen am frühen Morgen auf, riechen dann stark, etwa nach Zimmt, und sind von kleinen Fliegen reichlich besucht. — 2 Kolben, 7 Uhr aufgenommen.

---

1) Nouv. Ann. du Muséum T. III. 1834 p. 153—154.

2) Ann. scienc. nat. II Sér. T. V p. 142 ss.

3) Observations thermo-électriques sur l'élév. de température des fleurs de Colocasia odora. Utrecht 1838. Tableaux A et B.

4) Ann. scienc. nat. II Sér. T. XI p. 68.

5) Nova Acta XLI. 1. p. 240—241.

	Zeit	Lufttemp.	Kolb. I	Diff.	Kolb. II	Diff.	
10 Jan.	8a	22,6	26,9	4,3	27,1	4,5	
	8^{5}	„	27,2	4,6	27,4	4,8	
	8^{10}	„	27,5	**4,9**	27,5	**4,9**	
	9^{15}	23,0	27,0	4,0	26,6	3,6	
	10a	23,5	26,9	3,4	26,5	3,0	
	11a	23,8	26,0	2,2	25,8	2,0	
	12m	24,0	26,2	„	„	1,8	
	12^{15}	24,2	26,5	2,3	26,1	1,9	
	12^{30}	24,7	„	1,8	26,2	1,5	
	12^{45}	24,9	26,6	1,7	26,3	1,4	
	1p	24,6	„	2,0	„	1,7	
	1^{45}	24,5	27,0	**2,5**	„	**1,8**	
	2^{45}	„	„	2,5	„	1,8	
	—						
	4^{15}	24,6	26,9	2,3	„	1,7	
	4^{30}	„	27,1	2,5	„	„	
	4^{45}	„	26,9	2,3	26,3	„	
	5p	24,7	26,8	1,9	26,2	1,5	
	5^{30}	24,6	26,6	2,0	„	1,6	
	6p	„	„	„	„	„	Autheren
11 Jan.	7a	22,8	24,3	1,5	24,1	1,3	verstäubt.

Am 11 Januar 7 Uhr früh wird ein neues Exemplar, das Abends vorher bestimmt nicht offen war, geöffnet gefunden. Es zeigt:

Zeit	Lufttemp.	Kolben	Diff.
7^{5a}	23,0	29,0	6,0
7^{20}	23,1	28,7	5,8
7^{30}	23,0	28,2	5,2
9^{10}	23,6	25,9	2,3
10a	23,9	25,4	1,5

2. *Alocasia Veitchii* Schott.

Blüthenstand dem vorigen ähnlich, nur kleiner. Spatha dunkelroth. Thermometerstelle wie bei Schismatoglottis. — Auch diese Pflanze öffnet ihre Blüthen nur am frühen Morgen.

	Zeit	Lufttemp.	Kolben	Diff.
10 Jan.	8^{a}	22,6	28,9	6,3
	8^{5}	22,5	29,5	**7,0**
	8^{10}	22,6	29,4	6,8
	9^{15}	23,0	26,4	3,4
	10^{a}	23,5	25,6	2,1
	11^{a}	23,8	25,2	1,4
	12^{m}	24,0	25,8	1,8
	12^{15}	24,2	26,4	2,2
	12^{30}	24,7	26,5	1,8
	12^{45}	„	26,7	2,0
	1^{p}	24,9	„	1,8
	1^{45}	24,6	26,9	2,3
	2^{45}	24,5	26,5	2,0
	—			
	4^{15}	„	26,5	2,0
	4^{30}	„	26,6	2,1
	4^{45}	„	26,4	1,9
	5^{p}	„	26,3	1,8
	5^{30}	„	26,2	1,7
	6^{p}	„	„	„
11 Jan.	7^{a}	22,8	24,1	1,3 Antheren verstäubt.

3. *Philodendron melanochrysum* Lind. et Andr.

Die etwa 20 cm. lange sehr derbe Spatha ist unten purpurbraun, oben gelblich-grün, die Antherensäule, an welcher das Thermometer anliegt, etwa fingerdick. In Wasser stehend beobachtet. — Blüht am Nachmittag auf?

	Zeit	Lufttemp.	Kolben	Diff.
8 Jan.	6^{10p}	23,9	31,4	7,5
	6^{20}	24,0	33,7	9,7
	6^{25}	„	34,3	10,3
	6^{35}	„	35,0	11,0

	Zeit	Lufttemp.	Kolben	Diff.
8 Jan.	6^{40}	24,0	35,5	11,5
	6^{45}	„	35,9	11,9
	6^{55}	„	36,4	12,4
	7^{5}	„	36,6	**12,6**
	7^{10}	„	„	12,6
	7^{15}	„	36,3	12,3
	7^{25}	„	35,9	11,9
9 Jan.	7^{a}	22,5	25,5	3,0
	8^{a}	22,6	25,6	3,0
	9^{a}	23,5	26,7	3,2
	10^{45}	23,8	28,75	4,55
	10^{55}	23,5	30,1	6,6
	11^{a}	23,8	30,9	**7,1**
	11^{10}	23,7	30,8	7,1
	11^{20}	„	30,4	6,7
	11^{40}	„	30,0	6,2
	11^{53}	24,0	29,6	5,6
	12^{20}	23,9	29,2	5,3
	12^{30}	24,0	29,0	5,0
	4^{30}	„	27,4	3,4
	6^{p}	23,5	27,3	3,8

Am 10 Januar früh 7 Uhr, Antheren verstäubt; Temperaturüberschuss 0,5°.

4. *Philodendron pinnatifidum.*

Um 3 Uhr Nachmittags des 16 Juni ist der Blüthenstand noch nicht offen, um 4 Uhr fand ich ihn geöffnet, schwach riechend. Derselbe wird sofort ins Zimmer genommen und in Wasser stehend mit 2 Thermometern, oben und unten an der Staubgefässsäule versehen; die Beobachtung beginnt nach einer Stunde.

	Zeit	Lufttemp.°	Kolben o	Kolben u	Bemerkungen.
16 Juni	5^{p}	22,7	25,1	25,2	
	5^{15}	22,5	25,0	25,1	
	5^{30}	22,9	25,3	25,2	
	5^{45}	22,6	25,1	25,0	Geruch schwach,
	6^{p}	22,7	25,0	24,9	wie bisher nur in
	6^{45}	23,1	25,5	25,4	der Nähe wahr-
	7^{15}	21,8	26,7	26,4	nehmbar.
	8^{p}	23,0	28,3	27,7	Geruch stärker.
	8^{15}	22,1	„	28,0	
	8^{30}	21,9	„	28,3	Geruch auf meh-
	8^{37}	21,8	29,1	28,4	rere Schritte
					wahrnehmbar.
	8^{45}	21,7	„	29,0	Geruch ver-
	8^{50}	23,0	29,4	29,3	breitet sich
	9^{p}	22,0	30,0	29,6	im ganzen
	9^{7}	21,9	30,2	30,0	Zimmer.
	9^{15}	22,0	30,3	29,9	
	9^{25}	21,8	**30,5**	**30,3**	
	9^{45}	21,6	30,1	30,2	Geruch nimmt ab.
	10^{p}	21,5	30,0	29,6	leaves.
	10^{15}	21,6	29,3	29,2	
17 Juni	2^{45a}	19,7	22,2	22,7	Geruch schwach,
	3^{45a}	19,3	22,0	22,4	nur in der Nähe.
	5^{45a}	19,1	21,2	21,6	
	6^{15a}	19,7	21,4	21,6	
	6^{45}	19,6	22,2	22,4	
	7_{a}	19,8	22,4	22,4	
	8^{a}	19,6	22,4	22,5	
	9^{45}	20,3	23,2	23,2	
	10^{15}	20,7	23,9	24,05	
	10^{45}	20,8	24,65	24,65	
	11^{10}	21,6	25,2	25,2	
	11^{45}	21,0	25,4	25,4	

	Zeit	Lufttemp.°	Kolben o	Kolben u	Bemerkungen.
17 Juni	12^{15p}	21,7	**26,5**	**26,4**	Geruch auf mehrere Schritte zu gewahren.
	12^{45}	21,5	26,3	26,2	
	1^{25}	21,6	25,6	25,7	
	1^{45}	21,4	25,0	25,3	
	2^{45}	20,7	24,7	24,5	
	3^{45}	20,0	23,5	23,8	
	4^{45}	19,4	23,5	24,0	Geruch schwach.
	5^{30}	19,5	24,5	25,1	
	6^{10}	19,6	26,8	26,6	Geruch nimmt zu.
	6^{30}	20,1	27,7	28,0	
	7^{p}	19,9	28,6	28,3	Geruch auf meh-
	7^{10}	20,2	28,6	28,3	rere Schritte, fort-
	7^{30}	19,8	28,7	28,1	während zu-
	7^{45}	20,1	28,4	28,7	nehmend.
	8^{20p}	20,2	**28,7**	**29,1**	Geruch am
	8^{45}	20,3	28,1	29,1	stärksten.
	9^{10p}	19,5	27,7	28,6	
18 Juni	5^{a}	19,0	20,0	20,0	Im Laufe dieses Ta-
	6^{30}	18,8	19,7	19,7	ges schliesst sich die
	8^{30}	19,7	20,4	20,5	Spatha allmählich.
	9^{30}	20,4	21,0	21,0	Der Geruch bleibt
	10^{10}	21,0	**21,7**	**21,7**	in der Nähe immer
	12^{m}	21,6	**22,7**	22,6	wahrnehmbar, am
	12^{45p}	21,5	22,7	**22,7**	Abend, mit der
	4^{45}	18,7	20,5	20,3	Temperaturerhö-
	6^{p}	18,4	20,4	20,0	hung auch wieder
	7^{30}	19,7	22,2	21,0	auf die Entfernung
	9^{30p}	19,8	23,0	21,4	wahrnehmbar.
19 Juni	5^{a}	16,9	17,8	17,8	
	10^{30a}	18,2	18,3	19,7	
	5^{30p}	22,0	22,4	22,2	
	9^{30p}	20,4	—	21,0	
20 Juni	5^{a}	19,1	—	19,5	
	10^{a}	21,0	—	20,7	

5. *Rhododendron macrophyllum.*

Der Blüthenstand wird am 8 Juni, einem heissen Sonnentag, nachmittags 3^{30} offen gefunden, eben zu duften anfangend. In Wasser gestellt beobachtet; Thermometer im untern Theil der Antherensäule.

Zeit	Lufttemp.	Kolben	Diff.	Bemerkungen.
4^{45p}	25,8	31,1	5,3	Geruch stark und
5^{10}	25,5	34,5	9,0	allmählich durch
5^{30}	24,7	35,2	10,5	das Zimmer sich
5^{35}	„	**35,7**	11,0	verbreitend.
6^{10}	24,6	34,4	9,8	
6^{35}	23,3	30,2	6,9	Geruch geringer
7^{30}	22,1	25,0	2,9	und stetig ab-
8^{p}	22,7	24,5	1,8	nehmend.
9^{p}	22,5	„	2,0	
9 Juni 5^{a}	20,5	20,7	0	Geruch ver-
				schwunden.

Einige Bemerkungen über den Stoffwechsel im Kolben von Philodendron macrophyllum bei der Erwärmung.

Ich habe früher bei Arum italicum so genau als möglich die Stoffwechselvorgänge studirt und gezeigt, dass dort in wenigen Stunden ein staunenswerther Verbrennungsprocess statthat, bei dem 75 % Kohlehydrate spurlos verbrannt werden, wobei etwas Säure erzeugt, die Eiweisskörper aber nicht nachweislich angegriffen werden.

Die Arumkeule ist ein zu solchen Untersuchungen einzig geartetes Object, weil sie nur „Thermophor" ist. Bei Araceen, welche keinen Appendix haben, ist eine so reinliche Analyse nicht möglich; nicht etwa weil die Staubgefässe und Pistille mit in die Analyse des Trägers kommen, das liesse sich vermeiden und fiele auch gar nicht sehr ins Gewicht; sondern

weil die zu analysirende Achse nicht bloss das Brennmaterial für die Erwärmung enthält, sondern zugleich Zuleitungs- und event. Reserveorgan für die Ernährung der Pistille ist. Da ist denn von vornherein z. B. ein gänzliches Verschwinden der Kohlehydrate gar nicht zu erwarten, wohl aber wird auch hier nachzuweisen sein müssen, dass während der Erwärmung eine ansehnliche Verbrennung von Kohlehydrat stattfindet.

In diesem Sinne theile ich hier einige Analysen vom Kolben von Philodendron macrophyllum vor und nach der Erwärmung mit. Untersucht wurden bloss die Kohlehydrate: direct und indirect reducirende Substanz („Zucker") und Stärke. Der Spadix unserer Pflanze ist bekanntlich oben ganz von den Staubgefässen, unten von den Pistillen bedeckt, und diese beiden Partien wurden in toto (also tragende Achse und Geschlechtsorgane) analysiert.

1.

Knospe, vom Nachmittag des 25 Mai 1885, eben im Begriff die Spatha an der Basis aufzurollen.

	Trockensubst.	dir.	ind. red. Subst.	Stärke	Gesammtkohlehydrat
Männl. Theil	2,6485	0,0408	0,0043	0,5450 (20,7%)	0,5901
Weibl. Theil	0,5475	0,0120	0,0284	0,1940 (35,4%)	0,2344
Summe	3,196	0,0528	0,0327	0,739	0,8245 = **25,7%**

2.

Ein völlig *verblühter* Kolben, 25 Mai 1885.

	Trockens.	dir.	ind. red Subst.	Stärke	Gesammtkohlehydrat
Männl. Theil	2,1265	0,0163	0,007	0,2415 (11,3)	0,2648
Weibl. Theil	0,4835	0.0140	0,0146	0,1419 (29,6)	0,1705
Summe	2,6100	0,0303	0,0216	0,3834	0,4353 = **16,9%**

3.

Kolben, aufgeblüht 29 Mai, aufgenommen nach dem *völligen Verblühen* am 1 Juni.

	Trockens.	dir.	ind. red. Subst.	Stärke	Gesammtkohlehydrat
Männl. Theil					
obere Hälfte	0,766	—	—	0,0728 (9,5)	0,2716
untere „	1,2485	0,0176	0,0103	0,1592 (12,8)	
Weibl. Theil	0,6765	0,0154	0,0124	0,1616 (24,1)	0,1894
Summe	2,6910	(0,1914)	(0,0227)	0,3936	0,4610 = **17,1**%

4.

Blüthenstand, 29 Mai Abends aufgeblüht, nach dem *Verblühen* am 31 Mai Morgens aufgenommen, also wohl jünger als n. 2 und 3.

	Trockens.	dir.	ind. red. Subst.	Stärke	Gesammtkohlehydrat
Männl. Theil					
oben	1,2105	0,0163	0,0118	0,1824	0,4479
unten	1,2425	0,0140	0,0154	0,2080	
Weibl. Theil	0,7455	0,0199	—	0,2256	0,2455
Summe	3,1985	0,0502	—	0,6160	0,6934 = **21,6**%

5.

Blüthenstand 4 Juni Nachmittags aufgeblüht, bis Abends warm, Nachts erkaltet, früh 5 Uhr zur Untersuchung.

Einige Zahlen über die Erwärmung (an den Staubgefässen unten und oben).

Zeit	Lufttemp.	Staubgef. oben	Staubg. unten
3^{10p}	22,3	24,6	26,2
3^{35}	22,1	22,5	24,2
4^{10}	22,0	22,5	24,3
5^{p}	22,2	23,0	25,7

Zeit	Lufttemp.°	Kolben o	Kolben u
6P	„	23,0	25,4
8^{30}	21,8	22,3	26,5
9^{30}	20,8	21,2	22,5

Analyse.

	Trockens.	dir.	ind. red. Subst.	Stärke	Gesammtkohlehydrat
Männl. Theil	2,6000	0,0208	0,0	0,449 (17,2)	0,4698 (18,0)
Weibl. Theil	0,6795	0,0126	0,0163	0,217 (32,4)	0,2459 (36,1)
Summe	3,2795	0,0326	0,0163	0,666	0,7157 = 21,9%

Ergebnisse.

1. Die Kohlehydrate sind im Spadix von Philodendron zum Theil als „Zucker", zum grösseren Theil aber als Stärke vorhanden und bilden in dem Knospenzustand etwa ¼ der Trockensubstanz.
2. Bei der Erwärmung wird Stärke und Zucker verbraucht, in unserm Fall etwa ein Drittheil des Vorhandenen.
3. Dass dieser Verbrauch mit der Erwärmung selber zusammenhängt, geht z. B. daraus hervor, dass der Spadixstiel vor und nach der Erwärmung sich ganz anders verhält. Er hatte bei der Knospe 16,9, beim verblühten Kolben 15,0 % Stärke. Auch zeigen Spadices, die sich nicht erwärmen, keine solche Abnahme der Kohlehydrate. Calla aethiopica (vgl. meine Arumabh. II S. 87) hat in der Knospe 38,9 %, verblüht 36,2 % Stärke.

4. *Was bedeutet die Blüthenwärme?*

In den Lehrbüchern der Physiologie [1]) steht die Blüthenwärme im Capitel der Athmung; ausser den früheren Untersuchungen, besonders denen von Garreau, beweisen meine

1) Die biologischen Bücher (Müller—Lippstadt, Loew, Ludwig) erwähnen die Sache gar nicht oder nur nebensächlich.

eigenen eingehenden Analysen der Arumkeule, dass die Stoffwechselvorgänge bei der Erwärmung ganz dieselben Verbrennungsvorgänge sind, wie bei der Athmung überhaupt (Über die Blüthenwärme bei Arum italicum II. Halle 1884). Und insofern stehen diese Phaenomene ganz an ihrer richtigen Stelle.

Gleichwohl macht die Abhandlung des Gegenstandes, so wie sie geschieht, ohne alle besondere Bemerkungen, bei der Athmung einen etwas deplacirten Eindruck. Denn auch der, welcher solche Vorgänge nicht einmal selber beobachtet hat, merkt unwillkürlich, dass hier heterogene Dinge zusammengestellt werden, und dass es sich hier nicht bloss um einen intensiven Athmungsprocess handelt, von ganz besonderem Stoff- und Kraftaufwand, dass es sich hier nicht bloss um Hervorbringung von „lebendiger Kraft" u. s. w. handelt, sondern dass die Wärmebildung als solche im Leben der Pflanze, insbesondere der Blüthe eine eigene Bedeutung haben müsse.

Die alte Meinung, die Erwärmung in der Blüthe stehe in einer geheimnissvollen Beziehung zu der eigentlichen Befruchtungsart, oder sie stehe in Beziehung zur Bildung oder Entlassung des Pollens, kann heute natürlich unbeachtet bleiben, schon desshalb, weil alle die vorher angedeuteten Processe mit der Wärmebildung gar nicht oder nicht wesentlich zusammenfallen (vgl. Arum-Arbeit I, 20—21) und sie konnte auch nur darum entstehen, weil man ausser Acht liess, dass bei Araceen mit Appendix gerade dieser Theil und nicht die Geschlechtsorgane der Hauptsitz der Wärme ist.

Ich habe mich in meiner Arum-Arbeit (I. S. 2 ff) sehr entschieden der Ansicht *Delpino's*, des geistvollsten unter den Blüthenbiologen, angeschlossen, der die Blüthenphasen bei Arum italicum sehr genau und zutreffend geschildert hat, und in der Erwärmung der Keule ein Mittel sieht, die Thiere (Insecten) zwecks der Impollination anzulocken. Ich habe insbesondere nachgewiesen, dass der ganze Erwärmungsvorgang in seiner Stellung innerhalb der verschiedenen Impollinationsphasen gar keine andere Deutung zulässt. „Die Kolbenerwärmung ist eine Bestäubungseinrichtung". „Das von jeher angestaunte Phaeno-

men verliert seinen letzten Rest von Sonderbarkeit, wenn es unter die zahlreichen höchst ingeniösen Mittel eingerechnet wird, welche die Fremdbestäubung zu vermitteln bestimmt sind; ein Gebiet, wo die Pflanze alle ihr zu Gebote stehenden Mittel zur Erzeugung kostbarer Effecte vereinigt".

Und so bin ich denn auch geneigt, in den vorstehenden Fällen, die Erwärmung der Blüthenstände, wenn nicht überall und ausschliesslich, so doch jedenfalls in hervorragendem Maasse als ein Anlockungsmittel für Thiere in Anspruch zu nehmen. An sich genommen muss es zweifellos für die Insectenwelt verlockend erscheinen, auffallend warme Stellen des Aufenthaltes zu finden, zumal am Abend und Morgen, wo die Temperaturdifferenz zwischen Luft und Blüthe besonders hervortritt. Auch erscheint es für die Pflanze gewiss keine kostspieligere Leistung und Arbeit, eine gewisse Masse Leibessubstanz in kürzester Zeit einfach zu verbrennen, als dieselbe zu eben so vorübergehendem Gebrauch in höchst complicirte morphologische Gebilde umzugestalten. Einrichtungen letzterer Art erspart sich ja die Pflanze ohnehin gerade bei Blüthenständen mit Wärmebildung.

Was die Anwendung dieser Anschauung auf die hier behandelten Pflanzen im Besondern betrifft, so gelten die *Cycadeen*, allerdings mit wenig Sicherheit, für windblüthig (Eichler, Cycadeen in Engler-Prantl S. 16: „In der freien Natur sind die Verhältnisse für Windbestäubung eigentlich nicht günstig"). Meine Erfahrungen an *Macrozamia* sprechen aufs entschiedenste für Insectenhülfe. Die Kolben von M. Mackenzi, wenn sie *gelb* und reif sind, haben einen sehr starken, feinen Duft und sie wurden während der Beobachtungszeit jeden Tag ausserordentlich lebhaft von den kleinen indischen Bienen beflogen. Diese kamen massenhaft durch das offenstehende Fenster des Laboratoriums, liessen sich direct und ausschliesslich auf den Kolben nieder, und gingen mit dicken weissen Pollenhöschen versehen davon. Dass die Kolben Nachts, wo die Thiere nicht fliegen, so gut wie kalt sind, ist in diesem Anbetracht gewiss beachtenswerth.

Die Zapfen von *Ceratozamia* freilich sind völlig geruchlos und wurden von denselben Thieren, die Macrozamia besuchten, selbst wenn sie neben diesen lagen, völlig unbeachtet gelassen. [1])

Soweit die Litteratur sich ausspricht, gelten die *Palmen* theils als insekten- theils als windblüthig. Ersteres bei Sabal und Chamaedorea (nach Delpino) letzteres bei Cocos. Doch „scheint nur ein geringer Theil der Arten zur Insectenbefruchtung bestimmt und spielt vielleicht die Windbefruchtung eine viel grössere Rolle". (Drude in Engler-Prantl, Palmen S. 20). Auch hier beschränke ich mich darauf, ein paar eigene Erfahrungen mitzutheilen.

Nipa fruticans kann nach dem, was ich gesehen, entschieden insectenblüthig sein. Sie besitzt weithin leuchtende orange-rothe Spathen, hochgelbe Spadices und in den Pollenmassen sieht man Morgens, wenn die Blüthenstände warm sind, massenhaft Insecten sich baden. — Dass die gefärbten Spathen, die häufig gefärbten Spadices, die gewöhnlich leuchtend weisse oder gelbe Farbe der Blüthen, der häufig vorkommende Duft der Palmen und endlich die Blüthenwärme als Insectenlockmittel gedeutet werden können, liegt auf der Hand; und so scheint mir denn doch Insectenblüthigkeit vielfach erwartet werden zu müssen.

Freilich möchte ich gerade bei den Palmen des Lesers Aufmerksamkeit noch auf eine andere Thatsache lenken.

Ich habe oben bei den allgemeinen Resultaten darauf aufmerksam gemacht und die angeführte Stelle aus Martius' Palmenwerk spricht in demselben Sinne, dass die Blüthenwärme in den Palmenspathen am stärksten beim Aufgehen derselben hervortritt und habe wiederholt gefunden, dass die noch in der Spatha festeingeschlossenen Blüthen sehr energisch erwärmt sind. Das scheint mir eine sehr beachtenswerthe Thatsache und auf einen andern Zweck der Blüthenwärme zu deuten. Bekanntlich wird behauptet, eine in der botanischen Litteratur fast vergessene Sache, dass sich die Palmenblüthen plötzlich, und selbst mit hörbarem Geräusche öff-

1) Männliche Cycas-Zapfen haben, wenn sie aufblühen einen überaus starken, scheusslichen, in Java geradezu gefürchteten Geruch.

nen. Kein Geringerer als Humboldt ist Gewährsmann: „Die Blüthenscheide (Spatha) der Palmen, den Blüthenkolben umhüllend, giebt bei einigen Arten ein vernehmbares Geräusch, wenn sie plötzlich aufspringt. Richard Schomburgk (Reisen in Britisch Guiana Th. I. S. 55) hat, wie ich, die Erscheinung bemerkt an dem Aufblühen der Oreodoxa oleracea" (Ansichten der Natur 3 Aufl. Bd II S. 164). Es liegt die Vermuthung nahe, dass durch die Erwärmung der Blüthenstände die Kräfte für das Öffnen der oft so mächtigen und derb lederartigen oder holzigen Spathen geschaffen werden sollen. Es ist möglich, dass durch die Erwärmung der hermetisch eingesperrten Luft oder auch durch Erzeugung von Wasserdampf in dem geschlossenen Raume die Sprengung der Spathenwände herbeigeführt wird. Inwieweit ein solcher Vorgang wirklich statthat, bleibt zu entscheiden besonderen Untersuchungen vorbehalten.

TAFELERKLÄRUNG.

Die Tafeln XVIII—XX stellen den Wärmegang bei Ceratozamia und Macrozamia graphisch dar.

Tafel XVIII. Ceratozamia, nach Tabelle n. IV. Wärmegang am Nachmittag zur Zeit, wo das grosse Maximum erreicht wird, an vier aufeinander folgenden Tagen (27—30 Jan.), die Tag für Tag weitergehende *Verspätung* zeigend.

Tafel XIX. Macrozamia, nach Tabelle n. II, zeigt wie an zwei verschiedenen Stellen desselben Kolbens das Vormittagsmaximum jeden Tag *früher* eintritt.

Tafel XX. Macrozamia, nach Tabelle n. I. *Verfrühung* des täglichen grossen Maximums eines Kolbens an vier aufeinanderfolgenden Tagen.

Ceratozamia II nach Tab. n. I und Ceratozamia III nach Tabelle n. II. Beide Kolben zeigen drei Tage lang successive *Verspätung* des Maximums.

NEUE UND BEMERKENSWERTE PFLANZEN AUS DEM MALAIISCH-PAPUANISCHEN INSELMEER.[1])

VON

H. HALLIER.

Durch die im Jahre 1887 in Holland und Niederländisch Indien in's Leben gerufene *Commissie tot bevordering van het natuurkundig onderzoek in de Nederlandsche Koloniën* (Commission zur Beförderung der naturwissenschaftlichen Erforschung der Niederländischen Kolonien) und die 2 Jahre später in Holland gegründete gleichnamige *Maatschappij* (Gesellschaft) wurde mit ansehnlicher Unterstützung eine wissenschaftliche Expedition nach Mittelborneo ausgerüstet und als Assistent am botanischen Garten zu Buitenzorg wurde ich mit dem botanischen Teil der durch die Expedition zu lösenden Aufgabe betraut. Der Gang der vom Sept. 1893 bis Mai 1894 in West- und Mittelborneo ausgeführten botanischen Forschungen wurde bereits in Kürze geschildert in einem vorläufigen, populär gehaltenen Bericht [2]), der demnächst voraussichtlich in einer deutschen Zeitschrift auch einem grösseren Publikum zugänglich gemacht werden wird.

Die vorläufigen botanischen Ergebnisse der Expedition bestehen in nahezu 3500 Nummern Herbarexemplaren, einem reichhaltigen Material an Blüten und Früchten in Alkohol, getrockneten Früchten, Hölzern u. s. w., mehreren hundert Arten lebender Pflanzen und während der Reise gemachten Anfzeichnungen

---

1) Handschrift eingesandt am 15. X. 1895.

2) H. HALLIER, Rapport over de botanische tochten in Borneo's Westerafdeeling gedurende de Borneo-expeditie 1893—94. — Natuurk. Tijdschr. Nederl. Indië 54 (II. 1895) S. 406—449.

über Farbe, Wuchs, Vorkommen, Standortsverhältnisse, Gebrauch und inländische Namen der gesammelten Pflanzen, über die Zusammensetzung und den Charakter des Planzenwuchses u. s. w.

Von den lebenden Pflanzen gelangte im April des Jahres (1895) leider mit wenig Glück, eine Auswahl solcher, welche sich durch die Schönheit ihrer Blätter als Zierpflanzen auszeichnen und bereits bis zu einer genügenden Anzahl von Exemplaren vermehrt werden konnten, zur Versendung nach Europa, und dies gab dazu Veranlassung, in der vorliegenden Abhandlung ohne Rücksicht auf das System schon jetzt eine Auswahl von Borneopflanzen zu abgesonderter Bearbeitung herauszugreifen. Auch eine Anzahl von Dr. Treub im Sept. und Oct. 1893 auf seiner Molukkenreise gesammelter Pflanzen, von denen die *Strobilanthes*-Arten ebenfalls nach Europa gesandt wurden, konnte bei dieser Gelegenheit bereits abgehandelt werden.

Die im Folgenden gegebenen Beschreibungen wurden, wo nicht ausdrücklich das Gegenteil vermeldet wird, sämmtlich nach den lebenden Pflanzen des botanischen Gartens angefertigt. Der Einfachheit halber sollen für *Hortus Bogoriensis* und *Herbarium Bogoriense* stets die Abkürzungen *Hort. Bog.* und *Herb. Bog.* Anwendung finden. Die mit dem Buchstaben *B.* versehenen Nummern beziehen sich auf das dem Buitenzorger Herbar zugehörende und, wo nicht das Gegenteil angegeben wird, von mir selbst gesammelte Material der Borneo-Expedition, von dem später Doubletten, soweit vorhanden, auch an das Herbar zu Leiden (*H. L. B.*) abgegeben werden sollen. Auch alle erwähnten, von Borneo stammenden lebenden Pflanzen wurden, soweit nicht anders lautende Angaben gemacht werden, von mir selbst gesammelt. Die beigegebenen Tafeln wurden von der kunstfertigen Hand des Javanen Kromo Hardjo unter meiner Leitung nach der Natur gezeichnet.

Durch die hastige Nervosität, mit welcher oft das aus allen Weltteilen in überreicher Fülle zusammenströmende Material der von Tag zu Tag häufiger werdenden wissenschaftlichen Expeditionen in das bereits vorhandene eingeordnet wird, ist

es in letzter Zeit wieder mehr als je üblich geworden, sogen. Artdiagnosen zu geben, bei denen es eben nur auf die Erfüllung der Formalität abgesehen ist, die Namen der neu entdeckten Arten mit Beschreibungen zu versehen, Beschreibungen, welche nicht nur den Systematiker völlig unbefriedigt lassen, sondern auch den Morphologen, — des Anatomen, Physiologen, Biologen und Pflanzengeographen, welche ebenfalls oft in systematischen Werken verzweiflungsvoll nach Angaben über das Vorkommen von für sie wichtigen Erscheinungen suchen, gar nicht zu gedenken.

In den folgenden Beschreibungen wurde der Grundsatz befolgt, nicht nur eine möglichst scharfe Unterscheidung jeder einzelnen Art gegenüber den bereits bekannten Arten derselben Gattung zu ermöglichen, sondern auch auf die etwa noch der Entdeckung harrenden Arten Rücksicht zu nehmen. Es wurde daher nach dem in Hasskarl's *Plantae javanicae rariores* gegebenen Vorbilde bei jeder Art möglichst Alles beschrieben, was sich überhaupt nur ohne Mikroscop an der Pflanze beobachten liess, und auf diese Weise nicht nur dem Monographen, sondern soviel wie möglich auch dem Morphologen, Anatomen, Physiologen, Biologen und Pflanzengeographen Gelegenheit gegeben, sich über das Vorkommen von Erscheinungen, welche für ihn von besonderem Werte sind, unterrichten zu können. Für Floren und Handbücher freilich sind derartige Beschreibungen wenig geeignet; aber es sollte eben auch ein viel schärferer Unterschied gemacht werden, als dies im Allgemeinen geschieht, zwischen den ursprünglichen Beschreibungen, welche niemals vollständig genug sein können und deren unerreichbares Ideal es ist, den Vertretern aller Zweige der Botanik eine unversiegbare Quelle von Aufschlüssen und Belehrungen zu bieten und ihnen bei neu auftauchenden Fragen immer auf's Neue wieder wertvolle Fingerzeige geben zu können, und den knappen Beschreibungen von Floren- und Handbüchern, deren alleiniger Zweck es ist, kurze zusammenfassende Übersichten zu geben und eine schnelle Erkennung und Unterscheidung der Arten eines bestimmten Verwandtschaftskreises oder eines bestimmten Gebietes zu ermöglichen.

Auf die bei der Mehrzahl der in diesem ersten Teile zu beschreibenden Arten vorkommenden und überhaupt bei Kräutern und Halbsträuchern des ombrophilen Tropenwaldes sehr häufigen Erscheinungen der Anisophyllie, sowie der Dimorphie, Dichotropie, Klinotropie, Klinomorphie [1]) (Homoeopleurie und Heteropleurie) des Laubblattes, auf ihre mannigfachen Combinationen und auf ihre Bedeutung für die Herstellung günstiger Beleuchtungsverhältnisse hoffe ich noch bei anderer Gelegenheit zurückzukommen. Da ich jedoch der Kürze halber einige von diesen Ausdrücken schon jetzt in den Artbeschreibungen angewendet habe, so ist hier wohl wenigstens eine kurze Erläuterung derselben erforderlich.

Der einfachste Fall der Ungleichblättrigkeit (Anisophyllie), welcher noch letzthin wieder von WIESNER [2]) kurz geschildert wurde, ist derjenige, bei welchem der anisophylle Seitenspross seine ursprüngliche Stellung zur Hauptachse, und die Blätter desselben ihre dekussierte Stellung (eine Form der Anisotropie) sowie ihre ursprüngliche gleichartige (Homoeomorphie) und gleichseitige (Isopleurie, Hemiorthomorphie) Form beibehalten. Bei Pflanzen, welche noch auf dieser niedrigsten Entwickelungsstufe der Anisophyllie stehen, wie z. B. *Strobilanthes*- und *Peristrophe*-Arten, *Othanthera cyanoides*, *Ochthocharis borneensis*, *Leucas bancana* u. a., sind an der lotrechten Hauptachse, wenn eine solche vorhanden, sämmtliche Blattpaare gleichblättrig, während an den nur mässig geneigten Seitenachsen zwar die transversalen Blattpaare ebenfalls isophyll, die radialen jedoch anisophyll sind. Schon bei dieser m e d i a n e n (radialen) Anisophyllie, wie ich sie nennen will, kann die Ungleichheit der Blätter, welche sich auf der niedrigsten Stufe der Anisophyllie nur erst auf ihre G r ö s s e erstreckt (Homoeomorphie), einen solchen Grad erreichen, dass auch in der F o r m der ungleichen Blätter durch Verkürzung oder völliges Schwinden des Stieles

---

1) Die Ausdrücke Anisophyllie, Exotrophie, Hemiorthotropie, Hemiorthomorphie, Klinotropie und Klinomorphie rühren von WIESNER her.

2) J. WIESNER, Studien über die Anisophyllie tropischer Gewächse. — Wiener Sitzungsber. Math. naturw. Classe. 103. Abth. I (XI. 1894).

und Verkürzung der Spreite des kleineren Blattes u. s. w. Verschiedenheiten auftreten. So entsteht, wenn wir unter Heterophyllie eine wirkliche Formverschiedenheit, nicht aber nur eine Verschiedenheit in der Grösse der mit einander zu vergleichenden Blätter verstehen, als besondere Form derselben die Dimorphie.

Durch Achsendrehung des Seitensprosses um 45° geht nun bei *Strobilanthes anisophylla* und zahlreichen anderen Arten dieser Gattung, bei Eupatorien, bei *Telanthera strigosa* Mog. u. a. die mediane Anisophyllie in die diagonale über, wie sie im zweiten Diagramm der erwähnten Wiesner'schen Abhandlung dargestellt wird. In Wirklichkeit ist hier also der anisophylle Spross klinotrop; durch die dekussierte Blattstellung ist aber die Möglichkeit gegeben, dass seine ursprünglichen Diagonalebenen zur Lateral- und Medianebene werden, und so behält er trotz der klinotropen Lage seine hemiorthomorphen Eigenschaften bei.

Bei solchen Pflanzen endlich, bei welchen die Seitenachsen oder selbst auch die Hauptachse eine stark geneigte oder selbst wagerechte Lage erreicht haben oder der Unterlage (dem Erdboden, Felsblöcken, Felswänden, Baumstämmen u. a.) eng angeschmiegt sind, geht die diagonale Anisophyllie häufig (oder immer?) in die laterale (transversale) über; die Blätter verändern durch abermalige Achsendrehung der einzelnen Internodien um nahezu 45°, und zwar diesmal in wechselweise entgegengesetzter, oberseits convergierender Richtung, ihre dekussierte Stellung in eine annähernd zweizeilige (Dichotropie. — *Strobilanthes*-Arten, *Asystasia coromandeliana, Pisonia hirtella* Kth., *Mirabilis Jalapa* u. a.). Bei der lateralen Anisophyllie ist also die Achse ebenfalls wieder hemiorthotrop; die einzelnen Internodien derselben sind jedoch in abwechselnd entgegengesetztem Sinne klinotrop, was sich bei sehr hochgradiger Anisophyllie oft noch besonders durch eine tiefe, längs der Oberseite des Sprosses im Zickzack verlaufende Rinne zu erkennen giebt. Ebenso wie die mediane und diagonale Anisophyllie kann auch die laterale entweder mit Homoeomorphie oder mit Dimorphie der ungleichen

Blätter verbunden sein. Zur Dimorphie endlich tritt bei der lateralen Anisophyllie, dem klinotropen Charakter der Internodien entsprechend, in den meisten Fällen auch noch Klinomorphie hinzu, welche bei den einfacheren Formen der Anisophyllie nur äusserst selten ist; sowohl an den normalen wie auch an den rückgebildeten Blättern nimmt die auswärts gekehrte Blatthälfte gegenüber der dem Mutterspross zugewendeten an Grösse zu (Homoeopleurie, eine Form der Exotrophie), was sich bis zur völligen Formverschiedenheit beider Blatthälften steigern kann (Heteropleurie, ein noch höherer Grad der Exotrophie. — *Elatostema*-ähnliche Sonerilen von Java und Borneo, *Argostemma gracile* Stapf, *Stauranthera*, *Ptyssiglottis anisophylla* nob. u. a.). Das lehrreichste Beispiel für alle diese Erscheinungen ist die mit *Pilea* nahe verwandte Gattung *Elatostema*, deren hochgradige Anisophyllie schon von Weddell [1]) genauer beschrieben wurde. Während es nämlich die meisten *Pilea*-Arten nur erst zur medianen oder diagonalen Anisophyllie mit dekussierter Blattstellung und heterotropen, homoeomorphen, isopleuren Blättern gebracht haben, sind alle Arten der Gattung *Elatostema* durch zweizeilige Blattstellung und Dichotropie, und die meisten auch durch Dimorphie und Homoeopleurie oder noch öfter durch Heteropleurie der Blätter ausgezeichnet, und bei einer Reihe von Arten erreicht die Anisophyllie ebenso, wie bei den Gesneraceen *Klugia*, *Rhynchoglossum*, *Monophyllaea* u. a., durch völliges Schwinden des atrophen Blattes ihren höchsten Grad. Als Beispiele der Homoeopleurie seien hier nur erwähnt *Ruellia reptans* Forst., bei welcher sie schon von Rumphius [2]) bemerkt wurde, mit schwacher medianer Anisophyllie und heterotropen, homoeomorphen Blättern, und *Elatostema laevigatum* Hassk., mit lateraler Anisophyllie und dichotropen, schwach dimorphen Blättern.

---

1) Weddell, Monographie de la famille des Urticées (1856) S. 291—293.
2) *Prunella silvestris rubra* Rumph., Amb. 6 p. 32 t. 13 f. 3.

1. **Otanthera cyanoides** Triana, Cogn. in DC., Monogr. phan. 7 (1891) p. 341 (tab. nostra XXII. figg. 1*a*—*c*.).

Frutex humilis, opposite ramosus, parum radialiter anisophyllus; rami quadranguli, iuniores herbacei, virides vel superne sanguinei, nitidi, sicut petioli et nervorum facies inferna setis appressis ad angulos et petiolos densioribus strigosi, seniores lignosi, sordide cinerei, opaci, setis raris sordide cinereis obspersi; folia decussata, homoeomorpha, isopleura, in ramorum lateralium iugis radialibus parum inaequalia, exotropha, cetera aequalia; petiolus brevis, semiteres, superne late, sed obscure sulcatus, sicut nervi intermedii facies inferna sanguineus; lamina ovata, acumine brevi acuto terminata, basi subacuta, quintuplinervis, superne viridis, nitida, setis appressis basi immersis centrifugis aspera, sub lente dense et minutissime cinereo-punctata, subtus pallide viridis, nitidula, venis saturatius viridibus reticulata, in interveniis verruculis dispersis obscure punctata; nervi pellucidi, superne sulcati, subtus costati; nervi intermedii pinnati rami numerosi, densi, paralleli, alterni, oblique divergentes, arcubus terminalibus inter se coniuncti; arcus quivis iterum commissura transversa cum nervo laterali coniunctus; nervi laterales 2 arcuati, subtus ad basin sanguinei, ceterum dilute virides, semi-pinnati-ramosi, i. e. extrorsum commissuris densis numerosis parallelis oblique transversis cum nervis 2 intramarginalibus coniuncti; flores parvi, pulchelli, in tetrachasiis terminalibus laxis decussatis paucifloris; pedunculus et pedicelli quadranguli, nitiduli, setulis raris appressis strigosi, ad nodos inter bracteas densius barbati, superne sanguinei, subtus virides; pedicelli in iugis 2 decussatis oppositi; bracteae 4 parvae, lanceolatae, acutae, virides, basi sensim angustata, petiolari; bracteolae minores, breviores, obovatae, acutae, nonnunquam fertiles; alabastra conica, acuta; calyx perigynus, viridis vel rubescens, setulis in tuberculorum apice fasciculatim congestis patentibus echinatus, denticulis 5 brevibus et laciniis 5 inter illos alternis, multoties longioribus, subulatis, appresse strigosis coronatus; petala 5 cum calycis laciniis alterna, late ovata, acuta, patentia, mar-

ginibus parum involuta, nivea, nitore niveo, parce ciliolata, basi utrinque obscure et pellucide trinervia, contorte imbricata, margine secus horologii torsionem antico obtegente, postico obtecto; filamenta 10 brevia, erecta, parum recurva, semiteretia, rosea, nitore vitreo; antherae aequales, longae, lineares, basi in auriculas binas testiculiformes dilatatae, marginibus involutis crispae, pallide vitellinae, opacae, poro terminali dehiscentes; ovarium globosum, obscure 5-angulum, ad angulos cum calyce connatum, viride, nitidum, apice hirsutum, polyspermum, 5-loculare; placentae 5 centrifugales, in loculos medios pertinentes, intus tenues steriles, extus incrassatae fertiles; stylus antheras vix adaequans, pallide roseus, nitore vitreo, stigmate parum incrassato, lacte viridi, nitido, disciformi, ad apicem bidentato terminatus; bacca globosa, carnosa, fragariae colore, nitida, setis in tuberculorum apice fasciculatim congestis apicem versus incurvatis echinata, apice profunde umbilicata, 5-locularis, polysperma, carne albida, spongiosa, cortice rubro, medio fasciculis 5 fibrovasalibus praedita; placentae 5 radiantes, totos paene loculos complentes, carnosae, in sectione transversa suborbiculares, viridulo-albidae, undique fertiles; semina minuta, fulva, reniformia.

Caulis ca. 3 dm. altus, ramis usque ad 4 mm. crassis; petiolus ca. 1 cm. longus, 2 mm. latus; lamina usque ultra 1 dm. longa, 5 cm. lata; inflorescentia cum pedunculo 5 cm. longa; bracteae 7 mm. longae, vix 3 mm. latae; bracteolae vix 3 mm. longae, 2 mm. latae; iugi inferioris pedicelli ca. 15 mm. longi; calycis tubus 6 mm. longus, 4 mm. latus, laciniis 4 mm. longis, vix $^1/_2$ mm. latis; petala 8 mm. longa totidemque fere lata; filamenta sicut antherae ca. 3 mm. longa; stylus ca. 5 mm. longus; bacca 1 cm. diametro.

Ambon, Hila (Teijsmann, Herb. Bog.), Soja (Treub 1893, Herb. u. Hort. Bog.), Seit (Treub 1893, Herb. Bog.).

2. **Ochthocharis borneensis** Bl.; Miq., Fl. Ind. Bat. 1 (1855) p. 557 c. synn.; Cogn. l. c. p. 480 c. synn. (t. nostra XXI.).

Frutex 1 m. altus, radialiter anisophyllus; caulis lignosus, glaberrimus, brunneus, nitidulus, subquadrangulus, ramis decussatis, ad nodos parum incrassatus; rami iuniores sub-

herbacei, sordide virides vel sanguinei, glabri, nitidi, apice furfure rufo asperi; folia decussata, homoeomorpha, isopleura; petioli longi, teretes, supra obscure et anguste sulcati, sanguinei, nitidi, apice utrinque setis brevibus divergentibus bifarie asperi, ceterum subglabri, rufo-leprosi; cuiusvis iugi folia in caule aequalia, in ramis lateralibus alternatim nunc transverse opposita et aequalia, nunc valde inaequalia, alterum centripetale altero centrifugali multo minus; lamina ovato-lanceolata, basi anguste subcordata, apice sensim in acumen rectum vel subfalcatum obtusiusculum mucronulatum attenuata, supra basin usque ad apicem regulariter serrulata, herbacea, semipellucida, superne laete viridis, glaberrima, lucida, subtus paulo pallidior, nitidula, in nervis venisque furfure raro aspersa, ceterum glabra, quintuplinervis et praeterea utrinque nervo subtili marginali cincta; nervi venis crebris transversis parallelis inter se coniuncti, intermedius subtus sanguineus; nervi venaeque supra conspicue sulcati, subtus costati; flores minuti, in cymis axillaribus sessilibus congesti; pedicelli aequilongi, breves, teretes, glabri, pallide sanguinei, nitiduli; calyx luteo-viridis, glaber, nitidulus, apice urceolatus, minute 5-dentatus; petala 5 lanceolata, acuta, glabra, rosea, nitidula, cum calycis dentibus alternantia, valde reflexa; filamenta 10 aequalia, urceoli margini inserta, roseo-albida, glabra, nitore vitreo, parum curvata, apice subito attenuato recta; antherae oblongae, apice emarginatae, basi dorso calcare minuto praeditae, pallide flavae; stylus teres, pallide roseus, nitore vitreo, decurvatus, stigmate minuto terminatus; capsula globosa, obscure 4—5-sulcata, annulo minute 5-dentato umbilicata, 4—5-locularis, polysperma, iuvenilis sicut pedicellus luteo-viridis, nitidula, matura sicut pedicellus sicca, nigra; septa membranacea, brunnea; placentae breviter unguiculatae, falcatae, ascendentes, curvatae; semina minuta, ochracea, nitida, cuneiformia, angulata.

Caulis usque ad 6 mm. crassus, internodiis 1—9 cm. longis; petiolus usque ad 7 cm. longus; lamina usque ad 15 cm. longa, 6,5 cm. lata; calyx 3 mm. longus, 2 mm. latus; petala 4 mm. longa, vix 1,5 mm. lata; capsula 5 mm. lata, 4 mm. longa, pedicello 6 mm. longo.

Bangka, mit *O. javanica* Bl. in Sümpfen bei Djebus (Tsm., Herb. Bog.) und bei Sungai Liat (Tsm., Herb. Bog.), Flussufer bei Djebus (Oberförster Berkhout 12. VIII. 1886 n°. 125, Herb. Bog.); B'lítŏn (ohne Angabe des Sammlers, Herb. Bog. 17598); aus Westborneo im Juli 1893 von Jaheri, einem sundanesischen Aufseher des botan. Gartens, eingeführt (Hort. Bog.).

Die Eingeborenen der Insel Bangka nennen den Teijsmann'schen Etiketten zufolge die *O. javanica* Kedebie oder M'lukau und die *O. borneensis* Kedebie akar oder M'lukau, und die letztere trägt dort nach Berkhout ferner den Namen Andjung kebukem. Auf B'lítŏn heisst die *O. borneensis* angeblich Atjam.

3. **Orchipeda sumatrana** Miq., Fl. Ind. Bat. Sum. (1860) p. 553.

Aufzeichnungen nach der lebenden Pflanze: Grösserer Baum voll weissen Milchsaftes, zumal in Achse und Frucht; junge Zweige, sowie Blatt- und Blütenstiele glänzend dunkelgrün; Blätter oberseits schwach glänzend, tief dunkelgrün, mit rinnigen, gelbgrünen Mittel- und Fiedernerven; unterseits glanzlos, hellgrün, mit vorspringenden, helleren Mittel- und Fiedernerven; die letzteren gelbgrün, schwach glänzend; Blattstiel mit intrapetiolaren Nebenblättern; Blüten mit starkem Orangengeruch; Kelch gelbgrün, schwach glänzend; Blumenkrone orangegelb, besonders intensiv im Schlunde und aussen an der Röhre bis zu den 5 Deckdreiecken; die Lappen blasser, mit dunkleren Nerven; die grosse Frucht besteht aus zwei oder durch Fehlschlagen aus einer einzigen mennigroten Teilfrucht von über 1 dm. Durchmesser; Teilfrüchte ungefähr kugelig, apfelartig, etwas länger als breit, jede mit zwei Seiten- und einer Innenkante; unreife Früchte schwach glänzend, grün, mit helleren grossen Punkten.

Von dieser Art fand ich in Westborneo einen Baum mit mehreren Stämmen, deren dickster 1,20 m. im Umfang mass, unterhalb Smittouw am linken Kāpŭăs-Ufer, nahe oberhalb des Sŭngai Assŭn und des S. Kĕndără, auf einem nach dem

Flusse zu steil abfallenden Hügel, in hauptsächlich aus *Pangium edule* und mächtigen Exemplaren von *Durio zibethinus* zusammengesetztem, offenbar vordem in Kultur gewesenem Hochwald, in dessen üppiger Strauch- und Krautvegetation Farren, *Schismatoglottis* und andere Aroideen, eine *Begonia*, eine Cyperacee, eine *Peristrophe* und ein *Desmodium* vorherrschen (11. XII. 1893 B. 1363). Einen zweiten Baum sah ich oberhalb Nanga Kális am linken Ufer des Mandai-Stromes, und zwei weitere Bäume, deren einer 1,75 m. Stammumfang und bis zum untersten Aste 13 m. Höhe hatte, wurden gefunden auf dem Berge Amai Ambit bei Nanga Raun am Oberlaufe des Mandai in Mittelborneo, unter den Felswänden der Westseite, dicht vor unserer Station „Punangrotte", und zwar in dicht von *Calamus*-Arten, einer *Modecca* und zahlreichen anderen Lianen durchflochtenem, fast undurchdringbarem Urwald, der sich hauptsächlich aus mächtigen Eichen, sowie aus Anonaceen (einschl. *Myristica*), Myrtaceen, Melastomaceen, *Anthocephalus morindaefolius* und kleineren Rubiaceen, einer Anacardiacee, einer *Grewia* u. a. zusammensetzt (17. IV. 1894 B. 3118).

Die Malaien zu Smittouw nennen den Baum Mĕngăngă.

4. **Stauranthera argyrescens** sp. n. (t. XXII. figg. 2*a*—*b*.).

Sequenti habitu dorsiventrali transverse anisophyllo simillima, sed multo robustior, foliorum sculptura et ornamento floribusque distincta; radices longae, crassae, carnosae, saturate virides, apice parce ramosae, supra solum e caulis internodiis natae; caulis brevissimus, raro parce ramosus, teres, crassus, carnosus, dilute viridis, cortice parum suberoso, flavescens, opacus; folia internodiorum torsione disticha, valde disparia, dimorpha, klinotropa, heteropleura, diminutum sessile, stipuliforme, late et oblique hippocrepidomorphum, brevissime acuminatum, atro-viride, normale crassum, carnosum, oblique ovatum, latere distali multo latiore, basi oblique reniformi-cordatum, acumine brevissimo mutico terminatum, pinninerve, nervorum lateralium commissuris transversis parum sulcatis multo minus

bullatum quam in spec. sequente, iuvenile superne pallide viride, farina minuta dispersa glaucescens, lucidum, rugosum, margine undulato-crenatum, adultum superne atro-viride, nitidum, glaberrimum, margine remote et obscure repando-dentatum, subtus stomatibus convexis densis cavernisque respiratoriis aëre foetis cinereo-viride, opacum, in nervis venisque valde costato-prominentibus teretibus pube minuta patente vestitum, ceterum glabrum; nervi laterales in latere latiore 7—8, in angustiore 4—7, supra sicut n. intermedius profunde sulcati; nervorum lateralium interstitium quodvis superne vitta una *continua*, argyrescente, non distincte limitata pictum, bullatum, *non* commissuris transversis in areas distinctas bullatas sectum; petiolus brevissimus, crassus, subteres, supra anguste, sed profunde sulcatus, undique pube minuta patente densa cinerascens; flores in cymis capitulatis, breviter pedunculatis, axillaribus, subterminalibus, solitariis; pedunculus teres, crassus; calyx 5-angulatus, angulis 2 geminatim approximatis; corolla in alabastro globosa, rubro-coerulea, ecalcarata.

Caulis vix 3—5 cm. altus; folium diminutum vix 3 mm. longum, 7 mm. latum; f. normalis petiolus vix 1 cm. longus, 4 mm. latus; lamina usque ad 11 cm. longa, 7 cm. lata.

A. *S. ecalcarata* R. Br., cui proxima, species nostra differt habitu contracto, caule brevissimo simplici crasso, cuiusvis iugi folio normali crasso, carnoso, brevissime petiolato, basi obliqua conspicue cordato, apice rotundato vel in acumen latum brevissimum rotundatum obscurum producto, integro vel ad nervorum apices prominentes obscurissime et remote repando-dentato, secus internervium quodvis medium argyrescente.

Häufig mit der folgenden auf dem humusreichen Boden des schattigen Hochwaldes an den Gehängen des Amai Ambit, ca. 600 m. über dem Meere (5. V. 1894 Hort. Bog., von hier Herb. Bog. B. 3453).

Der folgenden ist diese Art im Aufbau der Zweige, in der Blattform und in der Nervierung, Behaarung und Färbung der Blattunterseite so auffallend ähnlich, dass es lange gewährt

hat, bevor ich die Gewissheit hatte, dass die beiden zu zwei verschiedenen Familien gehören. Beim Einsammeln hatte ich zwar die eine als Gesneraceae, die andere als Acanthaceae bereits richtig erkannt; als ich jedoch später im botan. Garten beide Pflanzen neben einander sah, schien es mir gewiss zu sein, dass sie derselben Gattung angehören. Als daher die eine der beiden zu blühen begann und durch den Besitz von Cystolithen als Acanthaceae, und von Spangenpollen als *Ptyssiglottis* erkannt werden konnte, zweifelte ich nicht daran, dass auch die andere zu dieser Acanthaceen-Gattung gehöre. Erst als sie Blütenknospen gebildet hatte, die leider vor dem Aufblühen vertrockneten, wurde ich stutzig; vergeblich suchte ich im Blatt nach Cystolithen und fand statt dessen von anatomischen Eigentümlichkeiten nur Faserzellen mit kurz verzweigten Enden, welche vom Mesophyll oder gar von der Oberhaut der Blattunterseite aus bis zur Oberhaut der Oberseite verlaufen und von hier aus wieder in breitem Bogen in's Mesophyll einbiegen, wo sie oft erst wieder an der unterseitigen Epidermis ihr Ende erreichen. Diese sonderbare Konstruktion im Sinne des romanischen Rundbogenstyles hat offenbar den Zweck, die beiden Oberhautplatten in gegenseitiger Spannung zu halten und das zarte Mesophyll vor dem Zusammensinken zu schützen.

Nachdem somit erwiesen war, dass die in Rede stehende Pflanze keine Schwesterart von *Ptyssiglottis anisophylla* ist, war auch kein Anlass mehr vorhanden, sie gerade unter den Acanthaceen zu suchen, und an ihren 5-kantigen Kelchen liess sie sich leicht als *Stauranthera* erkennen.

Eine so hochgradige Ahnlichkeit zweier am selben Standorte vorkommender, aber zu ganz verschiedenen Familien gehörender Pflanzen, welche im malaiischen Inselmeere sehr häufig zu sein scheint und sich z. B. auch bei den unten beschriebenen *Piper Elatostema* sp. n. und *Elatostema insigne* sp. n., bei Begonien und zwei sumatranischen *Elatostema*-Arten aus der Verwandtschaft des *E. Heyneanum* nob. (*Procris* Wall.) und des *E. repens* nob. (*Polychroa* Lour.), bei Piperaceen und *Pothos*-Arten, ja selbst bei einer Myrsinee und einer Aroidee

vorfindet, konnte leicht zu der Annahme verführen, dass hier eine Art Mimicry vorliege; indessen halte ich es doch für wahrscheinlicher, dass solche paarweise einander ähnliche Arten nur durch eine hochgradige Anpassung an die gleichen Lebensbedingungen, und von einander unabhängig, sich die gleichen Eigenschaften, auf welchen ihre grosse Ähnlichkeit beruht, erworben haben.

5. **Ptyssiglottis anisophylla** sp. n. (t. XXIII. figg. 2*a*—*c*.).

Herba prostrata, in nodis vel raro etiam in internodiis radicans; radices tenues, longae, tenuiter ramosae, in quovis nodo 1—3; caules crassi, subquadranguli, virides, nitiduli, petiolis decurrentibus bifarie et ad nodos alternatim pilis densis, brevibus, rigide distantibus, sordide cinerascenti-viridibus cristato-barbati; folia disticha, valde disparia, dimorpha, klinotropa, heteropleura, cuiusvis iugi alterum valde diminutum, sessile, stipuliforme, valde obliquum, subrhombeum, acutum, pinninerve, superne glabrum, nitidulum, pallide viride, marginibus late atro-viridibus, in iuventute ciliatis, subtus glauco-viride, opacum, secus nervos pilis minutis, appressis, cinereis vestitum, ceterum glabrum; alterum multoties maius, normale, breviter petiolatum, oblique obovatum, latere distali multo latiore, basi oblique subcordatum, apice rotundatum vel acumine brevissimo mutico terminatum, pinninerve, superne nervorum lateralium commissuris oblique transversis regulariter parallelis areolato-bullatum, atro-viride, iuvenile nitidissimum, adultum nitidulum, bulla quavis macula una vel 2—5 confluentibus argyreis ornata, intra marginem pilis sparsis, brevibus, patentibus, cinereis setulosum, margine ciliatum, subtus pallide viride, vix nitidulum, praeter nervos glabrum; nervus intermedius et laterales eorumque commissurae superne profunde sulcati, subtus valde costato-prominentes, pilis minutis, cinereis, subappressis, praecipue in n. intermedio plurisertis dense obsiti; venae subtus rarae, vix conspicuae, e nervis crassioribus rectangulatim in intervenia procurrentes ibique sensim evanescentes; petiolus viridis, semiteres, superne complanatus, ad latera

sicut caulis bifarie ciliato-barbatus, ceterum glaber; foliorum normalium bifariorum laminae petiolorum torsione in eodem plano expansae; flores parvi, in foliorum normalium axillis in dichasiis subsessilibus, subterminalibus, 1—3-floris; bracteae bracteolaeque subulatae, glabrae vel marginibus et dorso subcarinato parce ciliatae, calycis laciniis similes, sed minores; pedicellus brevis, teres, clavatus, triste viridis, glaber; calyx paene usque ad basin 5-fidus, atro-viridis vel triste rubescens, laciniis aequalibus, subulatis, tubi corollini dimidium inferum coarctatum adaequantibus, margine et dorso subcarinato minute et parce ciliolatis, ceterum glabris; corolla alba, extus glabra, profunde bilabiata; tubus basi tenuis, supra basin paulo coarctatus, supra calycem antice ventricoso-inflatus, longitudinaliter plicatus, postice carinato-angulatus, antice angulis 2 lateralibus subcarinatus et inter angulos binos plicis 2 longitudinalibus, quae iterum carina angusta intermedia inter se dissepiuntur, profunde sulcatus, inter angulum posticum et anticos utroque latere iterum plica singula prominente angulatus, adeo ut anguli 3 acutiores et 3 alternantes minus prominentes resultent, intus infra staminum insertionem secus strias 4 longitudinales puberulus; labia revoluta, superum paulo brevius, oblongum, summo apice bilobum, segmentis rotundatis, inferum latum, trilobum, lobis rotundatis, emarginatis, valde inaequalibus, lateralibus oblique divergentibus, oblique obovatis, medio convexis, marginibus parum involutis, intermedio late obovato, superne valde convexo, secus medium sulcato, ad basin macula magna citrina colorato; genitalia in labii superi plica postica subcondita; filamenta 2 corollae ventri antico supra partem basalem contractam inserta, lata, alba, nitore vitreo, curvata, apice convergentia; antherae 2 pallide luteolae, opacae, ovatae, acutae, 2-loculares, facie laxe cohaerentes, rimis 2 sublateralibus longitudinalibus dehiscentes; cuiusvis antherae theca postica basi paulo elongata, in acumen breve minutum extenuata; pollen ellipsoideus, plicis 3.3 longitudinalibus et poris 3 ornatus („Spangenpollen"), multo longior quam in *Pt. radicosa*

T. And. [1]); staminodia desunt; discus albus, postice et antice emarginatus, vaginalis; ovarium oblongum, laete viride, nitidum; stylus stamina superans, albus, nitore vitreo, apice recurvatus, apiculo minuto hamato terminatus.

Caulis ultra 2 mm. crassus, internodiis 5—20 mm. longis, infimis tantum longioribus; folium diminutum usque ad 8 mm. longum totidemque paene latum; folii normalis petiolus 3—5 mm. longus, lamina usque ultra 8 cm. longa, 5 cm. lata; pedicellus ca. 3 mm. longus; calyx ca. 6 mm. longus, laciniis vix 1 mm. latis; corolla ca. 15 mm. longa, tubo ca. 12 mm. longo, medio 1 mm., apice 3—4 mm. lato, limbo 12 mm. lato; labium superum 8 mm. longum, 6 mm. latum, inferum ca. 13 mm. latum, lobo intermedio 5 mm. lato, 4 mm. longo, lateralibus vix 4 mm. latis, secus marginem superum 8, secus inferum 5 mm. longis; filamenta 6 mm. longa; antherae 2 mm. longae, 1 mm. latae; stylus ca. 14 mm. longus.

Mit dieser neuen Art, welche sich von der einzigen bisher bekannt gewesenen durch ihren um vieles kräftigeren Wuchs, ihre stark ausgesprochene Anisophyllie, ihre grossen silberfleckigen, blasig aufgetriebenen Blätter und ihre fast sitzenden Blüten ganz erheblich unterscheidet, in Gestalt und Farbe der Blüte aber völlig mit ihr übereinstimmt, ist vielleicht die in Benth. et Hook., Gen. 2 S. 1114 erwähnte ungleichblättrige *Dianthera*-Art von Borneo verwandt oder identisch.

Westborneo, Gebiet von Landak (Tsm. 1875 Herb. Bog. 11509); gemein im Schatten des Hochwaldes am Berge Liang Gagang bei Nanga Raun, und in Gemeinschaft mit einer anderen Acanthacee (B. 2588), einer silbern gestreiften *Cyrtandra*, einer Gesneracee mit oberseits grünlich silbergrauen, dunkelgrün geaderten Blättern und gelber, regelmässiger, 6-lappiger Blumenkrone (B. 2589), *Strobilanthes mesargyrea* sp. n. und anderen Zierpflanzen in üppiger Krautvegetation auf dem modernden, sumpfigen Boden des dichten, schattigen Hochwaldes am Ufer des Gebirgsflusses Saniai, am Fusse des Amai Ambit (15. IV. 1894 B. 3095 u. Hort. Bog.); ferner an ähnlichen Standorten, in Gemeinschaft mit dem unten beschriebenen *Elatostema insigne* sp. n., *Kaempferia decus silvae* sp. n., der eben erwähnten *Cyrtandra* und anderen silberblättrigen Zier-

---

1) Secus Lindau in Engl., Jahrb. 18 (22. XII. 1893) t. 2 fig. 60.

kräutern im Urwald auf der Landenge zwischen dem Oberlaufe des Mandai und Nanga Era am Kāpúăs, woselbst auch einzelne Exemplare von *Pholidocarpus* (?) und riesenhafte Stämme von Kajuh B'líăn (*Eusideroxylon Zwageri* T. et B.) besonders in's Auge fallen.

6. **Pt. auriculata** sp. n.

Herba gracilis, ramosa, prostrata, ad nodos et internodia radicans, *Pt. radicosae* T. And. simillima, sed foliis pluries maioribus, basi auriculatis, subtus reticulato-venosis bracteisque multo brevioribus diversa; radices tenues, longæ, tenuissime multiramosæ; caules tenues, teretes, saturate et triste virides, nitiduli, pilis minutis, brevissimis, densis, decurvatis, secus lineas 2 oppositas densioribus cinerascentes, supra foliorum insertiones articulati, geniculati, parum incrassati, apice orthotropi; folia decussata, in quovis iugo aequaelia vel parum inaequalia; petiolus brevissimus, subteres, superne obscure complanatus, eodem fere, quo caulis, indumento et colore; lamina horizontalis, ovata, obtusa vel acumine brevissimo lato obtuso terminata, auriculis 2 basalibus angulo recto undulato-decurvatis secus petiolum decurrens, pinninervis, superne atro-viridis, nitore subtilissimo velutino, nervo intermedio saturatius viridi, nervis obscure sulcatis parum rugosa, subplana, glaberrima, subtus pallide argenteo-viridis, nitidula, nervis venisque saturatius viridibus reticulata, praeter nervos costatos venasque minute pubescentes glabra, iuvenilis utrinque pallidior, superne nitore velutino magis conspicuo, reticulato-venosa, paulo magis rugosa quam adulta; flores parvi, in dichasiis abortu plerumque bifloris; pedunculus axillaris, solitarius, longus, tenuis, rigidus, oblique transverse distans, teres, triste et saturate viridis, nitidulus, sicut bracteae, pedicelli, calyces, corollarum facies externa pilis densis minutissimis patentibus puberulus; bracteae bracteolaeque oppositae, minutae, lanceolatae; pedicellus brevissimus, teres, clavatus; calyx paene usque ad basin 5-fidus, saturate viridis, laciniis aequalibus, subulatis, obscure triquetris, multo brevioribus quam in

spec. praecedente; corolla prae anthesin obtusa, laete viridis, nitida, imbricatione ascendente! ceterum quoad formam coloremque et dimensiones fere sicut in sp. praecedente, sed gracilior, tubo tenuiore et longiore calycem pluries superante, antice profunde sulcato, intus pilis brevissimis subulatis acutis puberulo; filamenta pilis minutis glandulosis stipitatis obsiti; pollen *non* plicatus, ceterum sicut in praecedente: oblongus, glaberrimus, poris 3 aequatorialibus ornatus; capsula acuta, basi sensim in stipitem solidum extenuata, 4-sperma; spermophora rigida, parum curvata; semina lenticularia.

Caulis 1 mm. crassus, internodiis usque ad 6,5 cm. longis; petiolus 3—4 mm. longus; lamina usque ad 6 cm. longa, usque ultra 3 cm. lata; pedunculus usque ad 3 cm. longus; bracteae bracteolaeque vix 1 mm. longae; pedicellus sicut calyx 3 mm. longus; corolla ca. 18 mm. longa, tubo 15 mm. longo, medio vix 1 mm., apice 3—4 mm. lato, limbo ca. 1 cm. lato; capsula 16 mm. longa, 2,5 mm. crassa, stipite vix 1 mm. crasso.

Westborneo, in Gemeinschaft mit einer niederliegenden Commelinee (B. 2292) auf dem schattigen, ärmlich bewachsenen Boden eines Bambusgebüsches am Fusse der Südwestseite des Berges K'lamm bei Sintang (30. I. u. 13. II. 1894 B. 2291 u. Hort. Bog.).

Die Blattunterseite dieser Art ist so dicht mit Spaltöffnungen besetzt, dass die zarten Blätter, zufällig aus ihrer wagerechten Lage gebracht und mit der Unterseite nach oben gekehrt, an den beiden in Pflege befindlichen Pflanzen sofort welken.

7. **Leucas bancana** Miq., Sum. p. 572 (t. nostra XXIV.).

Descr. secus pl. vivam in urbe Bogor prope viam ferream collectam: Herba erecta, dichotome ramosa, radialiter anisophylla, odore gravi aetherico; radix una palaris verticalis, complures laterales horizontales, longæ, funiculares, albæ, omnes dense ramosæ, ramis brevibus tenuibus; caules rigidi, quadranguli, virides, nitidi, pilis patentibus dispersis hirsuti, internodiis paucis, longis; folia decussata, exotropha, homoeomorpha, isopleura; petiolus brevis, semiteres, supra late, sed obscure sulcatus, indumento et colore cauli similis; lamina ovato-lanceolata, utrinque attenuata, acuta, integra vel supra basin

usque ad apicem remote et obscure serrulata, superne saturate et triste viridis, pilis dispersis, brevibus, oblique patentibus, ad apicem versis hirsuta, subtus glauco-viridis, subopaca, dense glanduloso-punctulata, ad nervos pilis sparsis, patentibus, apicem versus curvatis hirsuta, ceterum glabra; nervi pellucidi, supra sulcati, subtus costati, intermedius subtus albido-viridis, nitore vitreo; venae rarissimae, subtus interveniis saturatius virides; flores in rami cuiusvis apice in verticillis 1 vel 2 coalitis, globosis, 6—8-phyllis, multifloris congesti, subsessiles; bracteae minutae, lineares, triste virides, hirsutae; calyx curvatus, turbinatus, parum oblique resectus, membranaceus, subpellucidus, sordide viridis, basi pallidus, nervis 10 longitudinalibus saturatius viridibus, quorum 8 denticulis singulis brevibus subulatis sunt terminati, venisque tenuibus transversis lineatus, pilis dispersis patentibus hirsutus; corollae parvae, albae, bilabiatae; tubus calyce inclusus, glaber, extus nitidus, nervis parallelis longitudinalibus obscure costatus; faux et labii antici basis extus pilis densis, brevibus, albis, recte patentibus hirsutae; labium posticum obovatum, galeatum, extus pilis densis, longis, albis, patentibus molliter hirsutum, genitalia involucrans, anticum postico multoties maius, trilobum, lobo terminali lateralibus 2 parvis, triangularibus multoties maiore, breviter et late unguiculato, transverse elliptico, marginibus lateralibus a basi usque ad loborum lateralium apicem bullatis, plica profunda intermedia longitudinali seiunctis; filamenta 4 corollae fauci inserta, fertilia, didynama, subaequalia, curvata, complanata, alba, nitore vitreo, pilis mollibus, tenuibus, albidis hirsuta; antherae parvae, nigrae; stylus stamina adaequans, teres, apice decurvato parum clavatus, albus, nitore vitreo; nuculae cuneatae, triquetrae, dorso convexae, lateribus complanatae, nigrae, nitidae, basi subacutae, apice obtruncatae.

Caulis ca. 5 dm. altus, usque ad 2,5 mm. crassus, internodiis usque ad 15 cm. longis; folia cum petiolo usque ad 6,5 cm. longa, usque ultra 17 mm. lata; bracteae ca. 5 mm. longae; calyx 7 mm. longus, ore 4 mm. lato; corollae tubus 6 mm. longus, labium posticum 4 mm. longum, anticum 7 mm. longum.

A. *L. linifolia* Spr., cui simillima, haec spec. differt foliis multo *latioribus*, hirsutie *patente*, calyce *parum* oblique obtruncato, *conspicue* 8-dentato, corolla *minore*.

Im Herb. Bog. liegen folgende Exemplare vor: Singapur, überall an Wegrändern, in trockenem Rasen u. s. w. (Kurz XII. 1863 no. 2906 H. N.); Bangka (Kurz); Westborneo, Mempawa (Tsm. 8624), im Kāpúăs-Delta oberhalb Suka Lanting, am linken Ufer, in einer verwilderten Zuckerrohrpflanzung mit *Ipomoea Batatas*, *Phaseolus*, *Musa*, *Piper Betle*, *Imperata arundinacea*, *Cassia alata*, *Hyrtanandra* (B. 2), *Clerodendron* (B. 21), *Erechtites valerianifolia*, *Dithyrocarpus* (B. 65) u. s. w. (28. IX. 1893 B. 57); Westjava, Batavia, eine einzige Pflanze gefunden an der Hafenmauer bei der alten Rhede, in Gemeinschaft mit *Leucas linifolia*, *Anisomeles*, *Chloris barbata*, *Eleusine indica* u. *aegyptiaca* u. s. w. (Hallier f. 22. V. 1895), Bidara Tjina bei Batavia (Edeling VI. 1863), Kuripan (ohne Angabe des Sammlers), mit *Leucas linifolia*, *Acalypha boehmerioides*, *Amarantus spinosus*, *Polygonum orientale*, *Spigelia anthelmia* und zahlreichem anderen Unkraut von kurzer Lebensdauer gemein auf Schuttplätzen beim Bahnhof zu Buitenzorg (Hallier f. 29. V. u. 8. VI. 1895 Herb. Bog. u. Monac. — Ende August 1895 durch Umgraben des Erdbodens schon fast wieder verschwunden).

8. **Piper Elatostema** sp. n. (t. XXVI. fig. 3).

Herba humillima, arcuato-erecta, dorsiventralis, speciosa, habitu et colore *Elatostema insigne* sp. n. imitans; caulis simplex, rigidus, durus, conspicue canellatus, glauco-viridis, sicut petiolus et folii nervorum facies inferna minutissime, dense, patule puberulus, ad nodos articulatus, internodiis paucis brevibus; folia alterna, bifaria, rigide herbacea, omnia eodem spectantia, klinotropa, heteropleura; petiolus brevissimus, supra late, sed obscure sulcatus, subtus sicut nervi intermedii basis profunde canellatus, fasciculis fibrovasalibus compluribus compositus, qui usque ad laminae basin sunt parallelae, deinceps ordine subsequente in nervos laterales segregantur, basi annuli superne retusi instar caulem amplectens; stipulae

cuiusvis folii 2 coalitae, folio oppositae, ovato-lanceolatae, acutae, pallidae, lutescentes, glaberrimae, nitidae, cartilagineo-membranaceae, pellucidae, luce permeante dense et minute nigro-punctatae, dorso carinis binis parallelis angulatae, mox supra basin permanentem, anguste annularem, torridam, membranaceam, brunneam, circumscissae, deciduae; folii supremi stipulae innovationes involucrant; lamina valde obliqua, obovata, integerrima, acumine brevi terminata, basi oblique reniformi-cordata, superne glaberrima, nitida, rugosa, iuvenilis laete viridis, adulta atro-viridis, secus nervum intermedium vittae latae, argyreae, maculato-dilaceratae, nervis atro-viridibus interruptae, secus nervos 5 laterales in ramos angustiores interruptos continuatae ornamento excellens, subtus glauco-viridis, nitore argyrescente, praeter nervos glabra, nervis laetius viridibus, subpellucidis reticulato-costata; nervi laterales in latere latiore 7, quorum basales 4 ceteris 3 arcuatis cum margine parallelis multo breviores, in latere angustiore 5, quorum basales 2 brevissimi; omnes in laminae parte tertia basali e nervo intermedio divergentes, nervorum tenuiorum rete inter se coniuncti; amenta ♂ parva, oblonga, basi sensim in pedunculum longum, apice paucisquamatum attenuata, apice obtusa, mucrone longo terminata; flores ♂ diandri.

Caulis vix 7 cm. altus, internodiis 12—18 mm. longis; petiolus vix 5 mm. longus; lamina usque ultra 11 cm. longa, ultra 6 cm. lata; pedunculus ♂ 15 mm. longus; amentum ♂ 13 mm. longum, vix 3 mm. crassum.

Mittelborneo, in Gemeinschaft mit *Elatostema insigne* sp. n., *Stauranthera argyrescens*, Begonien u. s. w. in der Krautvegetation des von Bächen durchbrausten, durch grün überwachsene Felsblöcke und wasserüberrieselte Felsplatten unterbrochenen, von einem auf mächtigen Säulen getragenen Laubdach überschatteten, humusreichen, nassen Waldbodens an den Gehängen des Berges Amai Ambit (5. V. 1894 Hort. Bog.).

In der Tracht und durch den Silberschmuck der Blätter ist diese Pflanze dem unten beschriebenen *Elatostema insigne*, mit dem sie ja auch denselben Standort teilt, so täeschend ähnlich,

dass sie ursprünglich im botan. Garten mit ihm unter ein und derselben Nummer vereinigt war.

9. **P.** (subgen. *Eupiper* § *Oligandropiper*) **argyroneurum** sp. n. (t. XXVII figg. 1*a*—*b*.).

Herba lignescens, humilis, erecta, apice recurvata, dorsiventralis, glaberrima; caulis simplex, rigidus, basi lignescens, teres, sicut petiolus laete viridis, nitidus, ad nodos valde incrassatos, saturatius virides geniculatus; folia alterna, bifaria, klinotropa, herbacea, tenuia; cuiusvis folii stipulae 2 coalitae, folio oppositae, ovato-lanceolatae, acutae, in folio supremo innovationes involucrantes, mox ad basin circumscissae, torridae, atratae, deciduae; petiolus brevis, semiteres, superne late sulcatus; lamina valde heteropleura, ovato-lanceolata, sensim in acumen longum obtusiusculum elongata, basi ad latus internum oblique subcordata, rugosa, supra laete, sed saturate viridis, nitore subtilissimo velutino, secus nervum intermedium et nervos complures laterales vitta angusta, marmorato-lacerata, nervis saturate viridibus interrupta, parum conspicua argyrescens, subtus pallide glauco-viridis, nitore argyrescente, nervis venisque saturatius viridibus, parum pellucidis reticulata, densissime et minute pellucido-punctata, pinninervis; nervi laterales in latere angustiore (interno) 4, in latere latiore (distali) 7—9, commissuris transversis, arcuatis, subangulatis, reticulato-ramosis et arcubus intramarginalibus inter se coniuncti; amenta ♀ breviter et crasse pedunculata, utrinque obtusa, breviter cylindrica.

Caulis 3—4 dm. altus, 3 mm. crassus, nodis usque ad 6 mm. crassis, internodiis 2—5 cm. longis; petiolus 8 mm. longus; lamina usque ultra 16 cm. longa, 5,5 cm. lata; pedunculus ♀ ca. 8 mm. longus, 3 mm. crassus; amentum ♀ ultra 1 cm. longum, 5 mm. crassum.

Mittelborneo, in der Kraut- und Strauchvegetation auf dem Boden des Urwaldes am Fusse des Liang Gagang (6. V. 1894 Hort. Bog. u. von hier im Herb. Bog. B. 1884).

10. **P. metallicum** sp. n. (t. XXV. fig. 1).

Herba scandens, ad nodos radicans, praeter caules et petiolos

glabra; radices in quovis nodo binæ; caulis ramosus, tenuis, teres, canellatus, iuvenilis sanguineus, adultus triste, sed saturate viridis, opacus, sicut petioli pilis raris minutis patentibus puberulus, ad nodos geniculatus; folia alterna, bifaria, heterotropa, aequilateralia, herbacea; stipulae desunt; petiolus quam caulis multo crassior, longus, rigide erectus, supra late et profunde sulcatus, subtus profunde canellatus, fasciculis fibrovasalibus compluribus parallelis in laminae nervos divergentes continuatis compositus, basi vaginata caulem subamplectens, iuvenilis saturate sanguineus, adultus sordide carneus, virescens; lamina ovata, acumine brevi mutico, recurvato, submucronulato terminata, basi sensim in petiolum contracta, palmatinervis, iuvenilis pallide rubro-viridis, pellucida, in vernatione sicut petiolus marginibus involutis innovationes involucrans, nuper adulta supra nitore metallico, colore pulchro, inter aëneum et atro-viridem ambiguo, venis glaucis subtiliter et dense reticulata, excavationibus numerosis dispersis minutis punctata, subtus saturate sanguinea, argenteo-nitida, sub lente epidermidis cellulis convexis densissime et minute, stomatum atriis respiratoriis [1]) aëre foetis rarius et grossius argenteo-punctata, nervis quam intervenia pallidioribus, venis saturatius sanguineis, senior colore et nitore sensim exstincto, nervis subtus virescentibus, venis supra magis conspicuis; nervi 9 parum arcuati, subparalleli, supra profunde sulcati, subtus conspicue costati; flores nondum protulit.

Caulis metrorum complurium longitudine, 2—3 mm. crassus, internodiis 2—6 cm. longis; petiolus usque ad 4 cm. longus, usque ad 4 mm. latus; lamina usque ad 15 cm. longa, 11 cm. lata.

Häufig am selben Standorte wie die vorige Pflanze (6. V. 1894 Hort. Bog.).

11. **P. porphyrophyllum** N. E. Br. in Gard. Chron. ser. II vol. 22 (1884) p. 438. — *Cissus porphyrophyllus* Lindl. in Proc. Hort.

---

1) »Athemhöhlen".

Soc. London 1 p. 225, Fl. des serr. 14 (1859) p. 263 t. 1491, Revue hortic. 55 (1883) p. 561 fig. 110.

Praecedenti certe arcte affine et habitu foliorumque nervatione simillimum; herba prostrata, hederae more stolonibus longissimis ad nodos radicantibus latissime propagata, praeter caules et petiolos glabra; radices in quovis internodio complures, tenues, breves, ramosissimae; caulis ramosus, tenuis, ad nodos incrassatos geniculatus, sicut petiolus teres, triste griseo-viridis, opacus, pilis densis, minutissimis, patentibus, in seriebus compluribus longitudinalibus parallelis regulariter dispositis griseo-lineatus, iuvenilis laetius et pallidius coloratus, ochraceo-viridis; folia alterna, heterotropa, aequilateralia, herbacea; stipulae longae, lineari-lanceolatae, petiolo aduatae, apice a petiolo liberae, sed inter se connatae, membranaceae, virescenti-carneae, nitidulae circa partes iuniores vaginam clausam formant, sed mox decidunt et in petiolo cicatricem lineari-lanceolatam acutam relinquunt; petiolus longus, superne obscure sulcatus, iuvenilis ochraceo-viridis, senior sordide carneus, virescens; lamina exacte cordata, basi anguste sinuata, apice sensim in acumen acutum mucronulatum coarctata, undique pilis raris minutis ciliolata, palmatinervis, nervis superne sulcatis infra costatis rugosa, iuvenilis pallide viridis, pellucida, supra nitidula, infra nitida, senior colore supra inter viridem et carneum ambiguo, subopaca, subtus carnea, nitidissima, adulta supra atro-viridis, epidermidis cellulis papillosis nitore subtilissimo velutino, nervis venisque laete luteo-viridibus lineata, secus nervos maculis numerosis inaequalibus angulatis glauco-argenteis vel roseo-argenteis guttata, subtus praeter nervos virescentes glauco-rubra, *Atriplicis hortensis* formam rubram colore imitans, argenteo-nitidula, sub lente eodem modo, quo in spec. praecedente, argenteo-punctata, venis saturatius rubris reticulata; nervi 7—9, intermedius rectus, apice pinnatiramosus, laterales arcuati, extrorsum semipinnatiramosi arcubusque intramarginalibus valde curvatis inter se coniuncti; **flores nondum protulit.**

Caulis metrorum multorum longitudine, internodiis usque ultra 8 cm. longis; petiolus usque ad 5 cm. longus, vix 3 mm. crassus; lamina usque ultra 14 cm. longa, ultra 1 dm. lata.

Nach N. E. Brown a. a. O. und Hooker's Fl. Brit. Ind. 5 (1890) S. 96 war diese schöne Blattpflanze bisher nur erst von Malakka, Pinang und Singapur bekannt. In Westborneo fand ich sie am 29. XII. 1893 in Gemeinschaft mit *Leea amabilis* in wenigen Exemplaren in halber Höhe des Berges K'nĕpaì bei Smittouw auf dem dürftig bewachsenen Boden der Bambusgebüsche (ca. 600 m. — B. 1679); sie ist ferner sehr gemein in ca. 700 m. Meereshöhe im Hochwald unter den Felswänden des Liang Gagang, zumal in der Linie des Tropfregens, welcher an überhängenden Stellen der Felswände von deren oberer Kante herabfällt, sowie an minder mit Unterholz bewachsenen Stellen des Hochwaldes an den Gehängen des Amai Ambit im vulkanischen Gebirge am Oberlauf des Mandai-Stromes (Hort. Bog.). Von Prof. A. Molengraaff erhielt ich ferner ein Blatt der Pflanze, das er in dem nämlichen Gebirge am Berge Sassak gesammelt hatte, und nach Dr. A. Nieuwenhuis soll die Pflanze auch in der Gegend von Sambas vorkommen. Im Herb. Bog. liegen ferner Exemplare von der Insel Bangka vor, welche am 10. VIII. u. 8. IX. 1886 durch Oberförster Berkhout gesammelt wurden.

Die Eingeborenen dieser Insel nennen die Pflanze, wohl wegen der eigenartigen Zeichnung der Blätter, Sirih antuh (Teufelsbetel), und in Westborneo erinnere ich mich denselben Namen gehört zu haben.

12. **Elatostema** (subgen. *Pellionia*) **pictum** sp. n.

Herba humilis, (in cultura) magna, grandifolia, arcuato-erecta, dorsiventralis, transverse anisophylla, praeter petiolos et caulis partes iuniores glaberrima; caulis simplex, raro parce ramosus, rigidus, crassus, carnosus, inferne aphyllus, subteres, radicum rudimentis acutis cinereis lenticellarum instar parce aculeatus, superne foliosus, facie inferiore teres, in nodis transverse semiannulato-carinatus, facie superiore secus

lineam longitudinalem rectam, ad nodos fractam profunde sulcatus; folia oblique opposita, internodiorum torsione disticha, valde disparia, heteromorpha, heteropleura, alterum minutum, sessile, oblique ovatum, acutum, alterum longe petiolatum, magnum, herbaceo-pergamaceum, latere altero semi-ovato, altero semi-obovato, basi oblique cordato-reniforme, auriculo inferiore superne secus petiolum decurrente et paulatim evanescente, dimidio terminali remote crenato-serrulatum, acumine brevi, anguste triangulari, obtusiusculo, recto vel falcato abrupte terminatum, pinninerve, supra nitidum, saturate viride, secus nervum intermedium vitta lata, pallide viridi, secus nervos laterales pinnatifida, in circuitu maculato-dilacerata ornatum, subtus subopacum, pallide glauco-viride, sub lente stomatibus convexis cavernisque respiratoriis aëre foetis densissime et minute argenteo-punctatum, dense et saturate reticulato-venosum, ad venularum fines hydathodis punctatum; nervi supra sulcati, subtus costati, semi-teretes, pallide virides, laterales in utroque latere ca. 10 maiores, cum nervis paucis minoribus in venarum rete evanescentibus alternantes, arcubus marginalibus angulatis inter se coniuncti; venae et hydathodi subtus atro-virides; petiolus crassus, rigidus, carnosus, subteres, superne obscure sulcatus, sicut caulis partes iuniores saturate viridis vel sordide rubescens, nitore vitreo, pilis densis minutis patulis oblique erectis subumbrato; stipulae folii et diminuti et normalis magnae, internodiis longiores, oblonge spathulatae, acutae, membranaceae, subpellucidae, saturate sed sordide sanguineae, intus glaberrimae, lucidae, extus puberulae, nitidulae, diu persistentes; cuiusvis folii diminuti stipulae prorsus, folii petiolati stipulae dimidio inferiore tantum coalitae; folia normalia omnia in una fere planitie expansa, unde plantae habitus dorsiventralis oritur; flores ♀ minuti, in capitulis axillaribus, solitariis, sessilibus, globosis, sanguineis, stylorum pluma intermixte cinerascentibus, non involucratis dense congesti; bracteae bracteolaeque minutae, subulatae; flores ♂ in cymis longe pedunculatis, laxe subumbellatis, sanguinei, femineis pluries maiores.

Caulis ca. 3 dm. altus, paene 1 cm. crassus; internodia superiora vix 15 mm. longa; stipulae usque ultra 15 mm. longae, 6 mm. latae; folium minutum vix 5 mm. longum, 3 mm. latum; normalis petiolus 3—6 cm. longus, 4 mm. crassus, lamina 9—18 cm. longa, 5—ultra 10 cm. lata, acumine 5—15 mm. longo; florum ♀ capitula usque ad 7 mm. diametro.

In der üppigen, aus Zingiberaceen, Begonien, Gesneraceen, Acanthaceen u. s. w. zusammengesetzten Krautvegetation an den humusreichen Ufern des Baches einer Waldschlucht am Fusse des Liang Gagang (6. V. 1894 Hort. Bog. und von hier im Herb. Bog. B. 3451).

13. **E.** (subgen. *Pellionia*) **robustum** sp. n. (t. XXV. fig. 2).
Herba humilis, arcuato-erecta, dorsiventralis, transverse anisophylla, (in cultura) grandifolia; caulis simplex vel inferne parce ramosus, rigidus, crassus, carnosus, late subquadrangulus, inferne et ad latera obscure plurisulcatus, superne secus lineam fractam in nodis interruptam profunde et latissime sulcatus, saturate, sed triste viridis, nitidus, pilis minutis sparsis patulis puberulus; folia herbacea, supra saturate, sed triste viridia, nitida, opposita, dimorpha, klinotropa, heteropleura, cuiusvis iugi alterum minutum, sessile, squamiforme, deflexum, cauli subappressum, late et oblique semiorbiculari-cordatum, acutum, paucidentatum, in dentibus penicillatum, persistens, alterum prius caducum, grande, brevissime petiolatum, oblique obovatum, basi oblique cordatum, apice in acumen longum, acutum, integrum paulatim angustatum, dimidio terminali dense crenato-serratum, superne pilis sparsis, oblique patentibus, ad apicem marginesque versis hirsutum, in vetustate glabrescens, subtilissime et dense excavato-punctulatum, subtus albido-viride, nitidulum, stomatibus densissimis convexis cavernisque respiratoriis aëre foetis argyrescens, triplinerve, subtiliter et dense reticulato-venosum, in quovis intervenio hydathodo solitario nigre punctatum, ad nervos venasque sparse et patule hirsutum; nervus intermedius pinnati-ramosus, laterales extrorsum semipinnati, alter (in laminae latere angustiore) paene usque in apicem pertinens, alter $^2/_3$ laminae

adaequans; nervorum ternorum rami arcubus intramarginalibus angulatis inter se coniuncti; nervi supra obscure rugoso-sulcati, subtus valde prominentes, teretes, saturatius quam intervenia virides, subopaci; petiolus crassus, viridis, nitidulus, subtus pilis densis patentibus cinereis hirsutus; utriusque folii (et diminuti et normalis) stipulae binae prorsus coalitae, magnae, dupla internodiorum longitudine, longe lanceolatae, acutae, basi dilatata amplexicaules, pallide viridulae, membranaceae, pellucidae, secus margines coalitos dorso subcarinatae, diu persistentes; flores ♀ in foliorum et diminutorum et normalium axillis capitatim congesti, breviter pedicellati, involucro communi carentes; flores ♂ in cymis longe pedunculatis laxis ornithopodoidibus, femineis pluries maiores; cymae dichotomae, ramo utroque iterum dichotomo, ramulis 4 pinnati-ramosis.

Caulis usque ad 8 mm. crassus, internodiis 13 mm. longis; stipulae 25 mm. longae; folium diminutum 3 mm. longum, 5 mm. latum; folii normalis petiolus vix 1 cm. longus, ca. 4 mm. crassus, lamina usque ad 2 dm. longa, 9 cm. lata.

Aus dem Schatten des Urwaldes an den Gehängen des Berges Amai Ambit (5. V. 1894, Hort. Bog.).

14. **E.** (subgen. *Pellionia*) **vittatum** sp. n. (t. XXVI. fig. 1).

Caulis antice *minus profunde* et *angustius* sulcatus quam in spec. praecedente, in dorso et lateribus *planus*, in dorso ad nodos stipularum deciduarum rudimentis transverse semiannulato-carinatus, saturate viridis, nitore vitreo, pube minuta, *densa*, *appressa* cinerascens; folia superne nitida, *glabra*, adulta superne atro-viridia; cuiusvis iugi folium diminutum *patens*, normale supra scabrum, rugosum, secus nervum intermedium vitta longa, lanceolata, angulato-dilacerata, argenteo-glauca *pictum*, secus lateris angustioris nervum lateralem maculis paucis, angulatis, argenteo-glaucis *guttatum*, subtus sordide glauco-viride, *vix* punctatum, ad nervos venasque pube minuta *appressa* cinerascens; petiolus opacus, pube minuta *appressa* cinerascens; stipulae *mox deciduae*; cymarum ♂ pedunculus

longus, rigidus, crassus, carnosus, pallide viridis, nitore vitreo, pube minuta, appressa adumbrato; bracteae minutae, lanceolatae, rubrae; flores ♂ breviter pedicellati, virides, ceterum ut in *E. falcato* subtus descripto; ceterum spec. praecedenti aequale.

Caulis usque ultra 2 dm. altus, fere 1 cm. crassus, internodiis usque ad 2 cm. longis; stipulae ultra 2 cm. longae; folium diminutum usque ad 9 mm. longum, 11 mm. latum; folii normalis petiolus 12 mm. longus, 5 mm. latus, lamina usque ultra 2 dm. longa, ultra 1 dm. lata, acumine ultra 3 cm. longo; cymarum ♂ pedunculus ultra 8 cm. longus, ramo longissimo ultra 6 cm. longo, pedicellis 2 mm. longis, floribus ♂ ultra 2 mm. diametro.

Westborneo, in Gesellschaft von *Myrioneurum cyaneum* sp. n. im Schatten auf dem nur dürftig bewachsenen Boden des Hochwaldes an den Gehängen des Berges K'nĕpaì bei Smitouw in ca. 400—700 m. Meereshöhe, besonders häufig in der Schlucht eines Waldbaches (29. u. 30. XII. 1893 B. 1678 u. Hort. Bog.).

15. **E.** (subgen. *Pellionia*) **insigne** sp. n. (t. XXVI. fig. 2).

Praecedenti simillimum, sed omnibus partibus ac praecipue foliis *minoribus*, foliorum *latitudine* et *ornamento* diversum; caulis ut in praecedente, sed antice *profundius* et *latius* sulcatus; folia normalia subsessilia, in relatione ad longitudinem suam *latiora* quam in praecedente, *laetius* et *splendidius* argenteo-vittata, secus nervum lateralem *utrumque* maculis angulatis argyreis confluentibus ornata, subtus *conspicue* nigro-punctata, *brevius* quam in praecedente acuminata, *acutius* et *densius minutius*que serrata; cymarum ♂ pedunculus longus, rigidus, crassus, carnosus, pallide *ruber*, nitore vitreo, pube minuta, *patula* cinerascens, apice dichotomus, ramis binis inaequalibus, pinnati-ramosis; bracteae minutae, lanceolatae, pallide virides vel rubrae; flores ♂ breviter pedicellati, pallide virides, rubescentes, ceterum ut in *E. vittato*.

Caulis vix 15 cm. altus, postice 6 mm. latus, internodiis 5—20 mm. longis; stipulae 14 mm. longae; folium minutum vix 3 mm. longum, 5 mm. latum; folii normalis petiolus vix 5 mm. longus, lamina usque ad 11 cm. longa, ultra 5 cm. lata, plerumque 8 : 4 cm. metiens, acumine vix 1 cm. longo.

Gemein auf mässig bewachsenem, humusreichem Boden im tiefen Schatten des Hochwaldes an den Gehängen des Amai Ambit, in Gesellschaft von *Piper Elatostema*, *Stauranthera argyrescens* u. s. w., mit Vorliebe in und an Wasserläufen (15. IV. 1894 B. 3096 u. Hort. Bog.); in Gemeinschaft mit *Ptyssiglottis anisophylla* u. s. w. zwischen Mandai und Kāpúăs (siehe oben unter *Pt. anisophylla*).

16. **E.** (subgen. *Pellionia*) **mesargyreum** sp. n. (t. XXVII, fig. 2).

Praecedentibus 3 simile, sed tamen foliorum *forma* et ornamento multo *splendidiore* optime distinctum; caulis ut in praecedentibus 2, sed *tenuior*, antice profunde et *anguste* sulcatus, praeter pubem minutam *appressam* pilis *raris maioribus patentibus* hirsutus; indumentum petioli et nervorum laminae ut in *E. robusto*; cuiusvis iugi folium diminutum 3—4-dentatum, normale multo *angustius* et acumine *longiore* terminatum quam in praecedentibus 3, late *subfalcato-lanceolatum*, supra laete atro-viride, lucidum, secus nervum intermedium vitta lata, lanceolata, margine maculato-dilacerata, *splendide* argyrea ornatum, ceterum ut in *E. insigni*, subtus nigro-punctatum; stipulae *rubescentes*; cymae ♂ *graciliores* quam in praecedentibus; pedunculus *subglaber*, apice ramis inaequalibus bifidus, ramis pinnati-ramosis; flores ♂ *rubri*, *minores* quam in *E. vittato*.

Caulis ca. 15 cm. altus, postice vix 5 mm. latus, internodiis 8—20 mm. longis; stipulae 13 mm. longae; folium diminutum vix 3 mm. longum, 4 mm. latum; folii normalis petiolus vix 4 mm. longus, lamina usque ad 13 cm. longa, vix 5 cm. lata, acumine ultra 2 cm. longo; cymarum ♂ pedunculus 6 cm. longus, ramo longiore ultra 6 cm. longo.

Westborneo, im Bereiche des Wasserstaubes längs der Bachläufe unter den Wasserfällen des Berges Damus im Quellgebiet des Sambas-Stromes (22. X. 1893 B. 616 u. Hort. Bog.).

17. **E.** (subgen. *Pellionia*) **falcatum** sp. n.

Herba parva, in rivulorum alveolis saxosis oblique erecta, dorsiventralis, transverse anisophylla, praeter caules et capitula feminea glaberrima; caulis basi ramosus, foliis diminutis

tantum praeditus, ceterum simplex, foliosus, ad nodos secus lineam fractam flexuosus, carnosus, teres, supra secus lineam fractam in nodis interruptam anguste sed profunde sulcatus, dilute viridis, opacus, pube minuta, densa, appressa cinerascens; folia herbacea, supra saturate viridia, lucida, opposita, valde disparia, dimorpha, klinotropa, heteropleura, alterum diminutum, sessile, ovatum, acutum, integrum vel obscure trilobum, persistens, alterum normale, brevissime petiolatum, falcato-lanceolatum, basi oblique rotundatum, apice minute serrulatum, sensim acuminatum, apice extimo decurvato, superne ad basin minutissime et parce excavato-punctulatum, subtus pallide glauco-viride, nitidulum, stomatibus densissimis convexis cavernisque respiratoriis aëre foetis argyrescens, triplinerve, subtiliter et dense reticulato-venosum hydathodisque parcis punctatum; nervus lateralis laterius angustioris laminam usque ad $^2/_3$ vel $^3/_4$ longitudinis secus marginem permetiens, ille laterius latioris vix $^1/_3$ laminae adaequans; praeterea nervi laterales in latere angustiore 2, in latiore 3—4, arcubus intramarginalibus parum curvatis inter se coniuncti; nervi supra non conspicui, subtus costati, semiteretes; venae et hydathodi subtus saturatius quam intervenia virides; stipulae cuiusvis folii binae prorsus coalitae, lineari-lanceolatae, acutae, intrapetiolares, membranaceae, pallidae, pellucidae, internodiis longiores, mox marcescentes, denique caducae; capitula feminea in axillis inferioribus, sessilia, solitaria, minuta, dilute viridia, stylorum pluma cinerascentia, non conspicue involucrata; cymae masculae in axillis superioribus, solitariae, longe pedunculatae, digitato-ramosae, laxae; pedunculus rigide erectus, teres, carnosus, laete viridis, nitidus; bracteolae minutae, subulatae; flores ♂ brevissime pedicellati, femineis pluries maiores, pallide rubescentes; perigonii foliola 5 obovata, patentia, valde convexa, subpellucida; filamenta 5 perigonii foliolis superposita, paulo longiora, hyalina, subpellucida, nitore vitreo, in alabastro induplicato-inflexa, postea se exiliendo erigentia; antherarum thecae roseo-albidae, basi late divergentes.

Caulis ultra 1 dm. longus, vix 3 mm. crassus, internodiis 3—5 mm. longis; folia diminuta vix 3 mm. longa, 2 mm. lata; stipulae 7 mm. longae, basi vix 2 mm. latae; folii normalis petiolus vix 2 mm. longus, lamina usque ultra 5 cm. longa, 12 mm. lata; capitula feminea vix 3 mm. diametro; cymarum ♂ pedunculus usque ultra 3,5 cm. longus, ramus intermedius ultra 15 mm. longus, floribus ultra 2 mm. diametro.

Mit voriger Pflanze (22. X. 1893 B. 617 und Hort. Bog.).

18. **E.** (subgen. *Elatostema*) **caudatum** sp. n. (t. XXVII. fig. 3).

Herba gracilis, e saxis rupibusque verticalibus oblique pendula, dorsiventralis, ramosa, hirsutissima; caulis teres, tenuis, carnosus, viridis, nitore vix conspicuo vitreo, pilis parvis brevibus cinereis patentibus dense hirsutus; stipulae foliorum abortivorum tantum adsunt, minutae, lineari-lanceolatae, pallide viridulae, membranaceo-herbaceae, pilis minutis oblique patentibus parce hirsutae, caducae; folia abortu alterna, bifaria, sessilia, herbacea, klinotropa, valde inaequilateralia, falcato-lanceolata, basi oblique subcordata, latere angustiore dentibus 2—3, l. latiore dentibus 4 grosse serrata, acumine longo, lineari-lanceolato, integro vel pauci-dentato, acuto terminata, supra viridia, nitidula, pilis densis, minutis, oblique patentibus, ad margines apicemque versis cinerascentia, ciliolata, subtus pallide glauco-viridia, stomatibus convexis cavernisque respiratoriis aëre foetis argyrescentia, basi triplinervia, ceterum parce pinninervia, dense reticulato-venosa; nervi superne parum, inferne magis prominuli, subtus laetius quam intervenia virides, laterales in latere angustiore 2—3, in latiore 3—4; venae subtus saturatius quam intervenia virides; florum ♀ capitula minima, axillaria, solitaria, sessilia, bracteis minutis subulatis suffulta, pilis densis patentibus cinerea; in axillis inferioribus nonnunquam ramuli laterales, solitarii, inevoluti, foliolis solitariis parvis paucidentatis praediti. — *E. acuminato* Brongn., *lineolato* Wight, *strigoso* Hassk. et *sesquifolio* Hassk. affine, *E. lineolato* proximum.

Caules usque ultra 3 dm. longi; stipulae vix 3 mm. longae, ca. ½ mm. latae; folia usque ultra 8 cm. longa, ca. 17 mm. lata, acumine usque ultra 35 mm. longo, basi vix 4 mm. lato; florum ♀ capitula vix 3 mm. diametro.

Gemein mit einem Moos (B. 2658), *Trichomanes* (B. 2624), *Adiantum* (B. 2623), Selaginellen, *Impatiens* (B. 2610), Begonien (B. 2581 u. 2648), Gesneraceen (B. 2625, 2580 u. 2643), einer Acanthacee (B. 2645), *Elatostema* (B. 2638), einer Aroidee (B. 2622), Zingiberaceen (B. 2679 u. 2765) u. s. w. an aus vulkanischem Tuff bestehenden, ungefähr senkrechten, wasserüberrieselten Felswänden und vom Hochwald überschatteten Felsblöcken auf dem Liang Gagang und Amai Ambit in ca. 700—800 m. Meereshöhe (8. u. 10. III. 1894 B. 2611; 5. V. 1894 Hort. Bog.). Nach Prof. A. Molengraaff bedeckt diese Pflanze in 1200 m. Höhe, wo auch zahlreiche Aroideen vorkommen, beinahe ausschliesslich den Waldboden des Bŭkit Rājāh in Westborneo (6. X. 1894 B. 3467).

Beim Bestimmen dieser 7 neuen *Elatostema*-Arten habe ich viel Zeit opfern müssen für den Versuch einer scharfen Abgrenzung der 3 Elatostemateen-Gattungen *Procris*, *Pellionia* und *Elatostema*, doch nur mit negativem Erfolg.

Das einzige Merkmal, welches bisher noch eine Sonderung von *Pellionia* und *Elatostema* rechtfertigen konnte, war im Blütenstande gelegen. Alle übrigen von Weddell [1]) in seiner Gattungsdiagnose von *Pellionia* hervorgehobenen Unterschiede gegenüber *Elatostema*, nämlich die Zahl und Ausbildung der Blätter der weiblichen Blütenhülle, die Abwesenheit eines eigentlichen Involukrums, das Vorhandensein von Eiweiss im Samen und endlich, bis zu einem gewissen Grade, die relative Grösse der Keimblätter, sind entweder nicht durchgreifend oder aber von ganz untergeordnetem Werte. So ist nach Weddell das ♀ Perigon bei *Pellionia* „profunde 5-partitum, segmentis aequalibus inaequalibusve, infra apicem *mucronatis*", bei *Elatostema* aber „saepe minimum aut imperfectum, plerumque *triphyllum*, rarius 4—5-phyllum, segmentis linearisubulatis lanceolatisve, subaequalibus, glabris aut ciliatis". Der einzige in diesen Angaben enthaltene Unterschied beider

---

1) Wedd. a. a. O. S. 282—283.

Gattungen sind die „segmenta infra apicem *mucronata*", die ich jedoch nur bei *Elatostema Pellionianum* Gaud. und einer diesem nächstverwandten, javanischen, möglicherweise mit *E. sinuatum* Hassk. identischen Art beobachten konnte. Allen übrigen von mir daraufhin untersuchten, nach der Form des ♂ Blütenstandes unzweifelhaft zu *Pellionia* gehörigen Arten, nämlich *E. robustum*, *vittatum*, *insigne*, *mesargyreum* und *falcatum* fehlen den 5 ♀ Blumenblättern aussen unter der Spitze ansitzende Grannen. Es mag bei dieser Gelegenheit auf einen Druckfehler hingewiesen sein, der leicht zu irrtümlichen Auffassungen verleiten könnte. Als solchen glaube ich nämlich, da ich bei allen hierauf untersuchten Pellionien, nämlich bei *E. Pellionianum*, *vittatum*, *insigne*, *mesargyreum*, *falcatum* und *Pellionia Daveauana*, eine fünfblättrige ♂ Blütenhülle vorfand und auch schon Weddell für *Pellionia* richtig eine fünfblättrige ♂ Blütenhülle angiebt, Engler's [1]) Angabe in der Gattungsdiagnose von *Pellionia* betrachten zu müssen, dass die ♂ Blütenhülle bei dieser Gattung dreiblättrig sei. Da nun auch bei echten *Elatostema*-Arten eine fünfblättrige ♂ Blütenhülle vorkommt, so gerät dieses nur auf dem erwähnten Druckfehler beruhende Unterscheidungsmerkmal der beiden Gattungen völlig in Wegfall.

Auch der Mangel eines Involukrums bei *Pellionia* genügt nicht zu einer scharfen Sonderung *Elatostema* gegenüber, denn auch bei diesem sind nach Weddell die „capitula rarius exinvolucrata". Dasselbe gilt vom Vorhandensein oder Fehlen von Sameneiweiss, denn für *Elatostema* giebt Weddell an „albumine nullo vel parcissimo. Der von Weddell ferner hervorgehobene Unterschied in der relativen Grösse der Keimblätter endlich ist ein Merkmal von so untergeordneter Bedeutung, dass allein daraufhin die beiden Gattungen nicht getrennt gehalten werden können.

An der Hand des reichhaltigen, von Dr. Boerlage, dem Unterdirektor des Reichsherbariums zu Leiden, in dankenswertester Freigebigkeit noch durch eine grosse Anzahl von Dou-

---

1) Engler und Prantl, Nat. Pfl. 3. 1 (1894) S. 108.

bletten des Leidener Herbars vermehrten Materials des Buitenzorger Herbars liess sich nun feststellen, dass auch die Form des Blütenstandes nicht zur scharfen Abgrenzung der beiden Gattungen hinreichend ist.

Bei den meisten Pellionien sind die ♀ Blüten dicht gedrängt, aber ohne Bildung eines fleischigen Rezeptakels, in einzeln achselständigen, sitzenden Häufchen vereinigt, und die ♂ Blüten stehen in lockeren, einzeln achselständigen, lang gestielten, meist vogelfussartig verzweigten Cymen. Schon bei *P. elatostemoides* aber, welche die Grundlage der Gattung bildet, stehen die ♀ Blüten viel lockerer, nämlich in büschelförmigen, kurz gestielten Cymen, und die ♂ Blüten, welche Dr. Boerlage im Leidener Herbar aufgefunden hat, im Gegenteil in zwar auch noch lang gestielten, aber viel dichteren Cymen, als bei den übrigen Arten. Bei den eigentlichen *Elatostema*-Arten hingegen stehen sowohl die ♂ wie auch die ♀ Blüten in gestielten oder sitzenden, fleischigen, scheibenförmigen Rezeptakeln mit oder ohne Involukrum.

Nun giebt es aber, wie Weddell [1]) selbst schon hervorhebt, eine ganze Reihe von reich verzweigten und meist strauchigen *Elatostema*-Arten, welche sich durch eine nur erst ganz im Werden begriffene Bildung von Rezeptakeln oder durch das völlige Unterbleiben einer solchen unterscheiden. Vor allem ist hier der von Weddell abgebildete männliche Blütenstand von *E. podophyllum* zu nennen, in welchem die Blüten zwar von 2 grossen Brakteen umhüllt sind, aber ziemlich locker und ohne irgend welche Rezeptakularbildung bei einander stehen. Ferner gehören in diese Sektion *E. sesquifolium*, *strigosum*, *lineolatum*, *caudatum*, *acuminatum* Brongn. und einige noch nicht bestimmte Arten des Herb. Bog.

Andererseits giebt es nun auch in der Gattung *Pellionia* eine Reihe von strauchigen Arten, welche den strauchigen *Elatostema*-Arten äusserst nahe stehen und sich vielleicht kaum von ihnen als besondere Sektion trennen lassen. Hierher gehören

---

1) Wedd. a. a. O. S. 293.

in erster Linie vier noch nicht bestimmte Formen aus dem östlichen Teile des Archipels, welche in Form und Aderung der Blätter vielen zweifellos zu *Pellionia* gehörigen Arten, in's Besondere der zweiten bis fünften der oben beschriebenen neuen Arten von Borneo, äusserst ähnlich sind. In der Tracht und ihren vier- bis fünfnervigen Blättern stimmen sie unter einander dermassen überein, dass es mir bei der Unzulänglichkeit des Materiales noch zweifelhaft ist, ob man sie als Arten oder als Varietäten aufzufassen hat. Von diesen 4 Exemplaren ist ein von DE VRIESE auf Celebes gesammeltes steril, 2 Exemplare von Neu-Guinea aber tragen weibliche Blütenstände, welche denen von *Pellionia elatostemoides* sehr ähnlich sind. Bei dem aus dem Leidener Herbar stammenden Exemplar von ZIPPELIUS sind dieselben zwar noch eben so locker wie bei *P. elatostemoides*, aber schon fast sitzend. Bei dem von HOLLRUNG am Constantinhafen gesammelten Exemplar n°. 627 aus dem Berliner Herbar (*Procris* sp. K. SCH. in SCHUM. u. HOLLR., Fl. Kais. Wilh. Land (1889) S. 38. — Hier ausser der falschen Bestimmung der Gattung auch noch fälschlich für männlich ausgegeben!) sind hingegen die ♀ Cymen noch viel lockerer und länger gestielt als bei *P. elatostemoides*, sodass es also bei Aufrechterhaltung der Gattung *Pellionia* unmöglich sein würde, diese vier Formen zu *Elatostema* zu bringen. Von grosser Bedeutung für die Vollständigkeit unserer Beweisführung ist es nun, dass das vierte, von TEIJSMANN auf Ambon gesammelte Exemplar in den Achseln sowohl der vorhandenen wie auch der geschwundenen Blätter gegenständige männliche Blütenstände besitzt, welche nicht, wie bei den echten Pellionien, lockere, langgestielte Cymen darstellen, sondern gedrängte, sitzende Köpfchen ohne Rezeptakulum und anscheinend auch ohne Involukrum, ganz ähnlich denen von *E. sesquifolium*, welche jedoch schon ein Involukrum auf seiner ersten Entwickelungsstufe besitzen, und denen von *E. acuminatum*, welche desselben zu entbehren scheinen. An die vier genannten schliessen sich weiterhin zwei einander äusserst ähnliche und vielleicht mit einander zu vereinigende Arten, nämlich *E. rostra-*

tum und *Junghuhnianum*, bei welchen die ♀ Blüten, wie bei der zweiten bis sechsten der hier beschriebenen neuen Arten, in sitzenden, achselständigen, gegenständigen, halbkugeligen Häufchen dicht gedrängt stehen, aber ohne irgendwelche Spur von Involukral- oder Rezeptakularbildung. Die ♂ Blüten von *E. Junghuhnianum* sind noch nicht bekannt, denn da beide JUNGHUHN'schen Originalexemplare des Herb. Bog. weiblich sind, so ist es ziemlich sicher, dass MIQUEL's Beschreibung männlicher Blütenstände sich auf die ♀ bezieht. Von *E. rostratum* sind nun zwar zahlreiche Exemplare im Hort. Bog., doch stehen sie augenblicklich alle auf derselben Entwickelungsstufe der Fruchtbildung, sodass es mir nicht gelang, lebender ♂ Blüten habhaft zu werden. Im Herbar befindet sich indessen ein von KORTHALS auf Java gesammeltes ♂ Exemplar, welches ungefähr dieselben Blütenstände besitzt, wie die oben erwähnte TEIJSMANN'sche Pflanze von Ambon. Um jedem Zweifel an der Zusammengehörigkeit der 6 zuletzt besprochenen Formen mit 3—5-nervigen Blättern vorzubeugen, sei hier noch ausdrücklich hervorgehoben, dass sie einander in der Tracht, sowie in Form und Aderung der Blätter dermassen ähneln, dass es nicht leicht ist, sie auseinanderzuhalten, und dass es höchst unnatürlich sein würde, wenn man sie in verschiedene Sektionen oder gar Gattungen verteilen wollte.

Mit *E. rostratum* ist nun offenbar *E. sesquifolium* sehr nahe verwandt, doch unterscheidet es sich durch die beginnende Involukralbildung der ♂ und ♀ Blütenköpfchen und durch die ersten Anfänge der Bildung eines Rezeptakulums bei den letzteren. Noch weiter vorgeschritten ist die letztere bei *E. lineolatum*, sodass wir also in der Rückbildung der ♀ Blütenstände von der HOLLRUNG'schen *Pellionia* ab bis zu den *Elatostema*-Arten mit echtem Rezeptakulum eine ununterbrochene Kette von Übergängen verfolgen können und die Unmöglichkeit einer scharfen Sonderung der Gattung *Pellionia* hinreichend erwiesen zu haben glauben.

Es sei hier noch erwähnt, dass ich auch die Ausbildung der Stengel zur Lösung der angeregten Frage herangezogen habe,

doch ebenfalls mit negativem Erfolg. Bei allen Pellionien nämlich, mit Ausnahme der eine besondere Sektion bildenden kriechenden Arten, von denen mir *P. Daveauana*, *pulchra* und eine neue sumatranische Art bekannt geworden sind, sowie ferner auch bei *E. rostratum* ist der Stengel oberseits deütlich rinnig, während er bei *E. caudatum* und *sesquifolium* stielrund ist. Bei einem der Exemplare des Gartens von *E. sesquifolium* fand ich jedoch wenigstens eine Andeutung der bei gewissen Pellionien ungewöhnlich tiefen Rinne, und da nach den Abbildungen in Weddel's Monographie auch *E. acuminatum* und *ficoides* einen ausgesprochen rinnigen Stengel besitzen, so ist auch dieses Merkmal zur Unterscheidung der beiden Gattungen fast wertlos.

Schliesslich darf es auch nicht unberücksichtigt gelassen werden, dass die meisten Arten aus der Sektion der verzweigten Formen von *Elatostema*, so z. B. *E. sesquifolium* und *podophyllum*, eine vierblättrige ♂ Blütenhülle besitzen, während, wie bereits erwähnt wurde, bei allen Pellionien, deren ♂ Blüten mir bekannt wurden, die ♂ Blütenhülle fünfblättrig ist. Wenn nun also auch die Zahl der ♂ Perigonblätter nicht schlechtweg zur Abgrenzung der beiden Gattungen verwendet werden kann, da nach Weddell's Gattungsdiagnose auch gewisse *Elatostema*-Arten eine fünfblättrige ♂ Blütenhülle besitzen, so ist die letztere vielleicht doch wenigstens zur Abgrenzung derjenigen beiden Sektionen, durch welche die beiden Gattungen mit einander in nächster Berührung stehen, nämlich der stark verzweigten und strauchigen Formen, geeignet. Auch hier lassen uns indessen die Thatsachen wieder im Stich, denn gerade eine Art aus der Sektion der verzweigten Arten von *Elatostema*, nämlich *E. acuminatum*, ist es, auf welche sich unter anderen Weddel's Angabe „perigonium masc. 5-partitum" bezieht.

Weit eher liesse sich vielleicht noch die Gattung *Procris* aufrecht erhalten. Alle mir bekannt gewordenen Arten derselben, nämlich *Pr. frutescens* Bl., *laevigata* Bl., *Wightiana* Wall. und eine Reihe von neuen Arten und Varietäten, leben, im Gegen-

satz zu *Pellionia* und *Elatostema*, als Epiphyten an Baumstämmen. Von Blume werden zwar als Standorte für *Pr. laevigata, cuneata* und *longifolia* angegeben „in humidis ad ripas rivulorum", „in saxis calcareis" u. s. w., und gelegentlich mögen wohl auch Pflanzen von *Procris*, welche mit abgestorbenen Ästen oder Bäumen zu Boden fallen, hier noch eine Zeit lang fortleben, wie es ja im tropischen Urwald bei vielen Epiphyten vorkommt; doch ist der Boden des Urwaldes sicher, wie ich mich an *Pr. laevigata* und *frutescens* durch eigene Anschauung überzeugen konnte, nicht ihr natürlicher Standort. Weiter kann zur Unterscheidung gegenüber *Pellionia* und *Elatostema* die Form und Nervierung der Blätter und der Mangel eines augenfälligen Adernetzes dienen. Bei allen *Procris*-Arten sind die Blätter fiedernervig, was verhältnismässig nur bei wenigen Pellionien und *Elatostema*-Arten der Fall ist. Ferner ist es von einiger Bedeutung zur Erkennung von *Procris*-Arten, dass der Stengel stets stielrund ist, was aber, wie wir bereits gesehen haben, auch bei einzelnen Pellionien und *Elatostema*-Arten vorkommt. Da sich nun aber fast alle diese Eigenschaften biologisch erklären und in's Besondere der Mangel eines deutlichen Nervennetzes und einer Rinne auf der Oberseite des Stengels sich auf die epiphytische Lebensweise und auf das hierdurch veranlasste Fleischigwerden der Blätter und des Stengels zurückführen lassen, so ist es auch bei *Procris* wieder fast allein der Blütenstand, welcher eine fernere Sonderung dieser Gattung rechtfertigen könnte. Während nämlich die ♂ Blüten bei *Procris* niemals in Rezeptakeln stehen, sind die ♀ stets in fleischigen kugeligen Rezeptakeln vereinigt. Trotzdem ist aber auch im Blütenstande *Procris* ebenso wenig eine einheitliche Gattung, wie *Pellionia* und *Elatostema*; denn die ostindische *Pr. Wightiana* Wall. unterscheidet sich sowohl im ♂ wie im ♀ Blütenstande ganz erheblich von allen übrigen mir bekannt gewordenen Arten. Während nämlich die javanischen Arten *Pr. frutescens* und *laevigata*, das sumatranische *Elat. lepidotulum* Miq., eine Form dieses letzteren von Celebes und Neu-Guinea, eine neue Art von Borneo, eine neue Art von Celebes und endlich

noch eine viscum-ähnliche weitere neue Art von Celebes grosse sitzende, einzeln achselständige Rezeptakeln besitzen, sind dieselben bei *Pr. Wightiana* Wall. um vieles kleiner und stehen auf deutlichen Stielen zu mehreren in den Blattachseln, und während die ♂ Blüten bei den javanischen Arten in gestielten lockeren Cymen stehen, sind sie bei der ostindischen auf kurzen Stielchen in lockeren, einzeln achselständigen, sitzenden Büscheln vereinigt. Wenn nun also auch zur Unterscheidung der bis jetzt bekannten *Procris*-Arten gegenüber sämmtlichen Arten von *Pellionia* und *Elatostema* der Blütenstand und die sich auch in der ganzen äusseren Tracht sämmtlicher Arten ausprägende epiphytische Lebensweise völlig genügen, so weist doch das, was sich oben für *Pellionia* und *Elatostema* ergeben hat, unzweideutig darauf hin, dass schon eine einzige noch der Entdeckung harrende Art möglicherweise die Vereinigung von *Procris* mit *Elatostema* unabweislich zur Folge haben kann. Berücksichtigen wir nun ferner, dass die drei Gattungen mit einander in der äusseren Tracht ihrer Arten und im Besonderen in deren hochgradiger Anisophyllie, Dimorphie, Anisopleurie oder Heteropleurie und Dichotropie der Blätter in so hohem Grade übereinstimmen, dass das Schicksal einer von ihnen folgerichtig auch für das der anderen beiden bestimmend sein muss, so ist es wohl kein übereilter Schritt, wenn wir hier die Vereinigung aller 3 Gattungen vornehmen, bevor dieselbe noch nach Bekanntwerden der zahlreichen unbeschriebenen Arten viel zahlreichere Namensänderungen notwendig machen würde, als jetzt. Was die Gattung *Procris* betrifft, so ist ihre Vereinigung mit *Elatostema* um so mehr berechtigt, als eine solche durchaus nichts Neues ist. Wenn es nämlich richtig ist, dass, wie Weddell annimmt, *Elat. pedunculatum* Forst. zu *Procris* gehört, dann haben schon die beiden Forster selbst in ihrer Gattung *Elatostema* unbewusst *Procris* mit einbegriffen. Dass nun ferner über die Abgrenzung der Gattung *Pellionia* schon der Monograph Weddell selbst im Unklaren war, bezeugt seine wechselnde Auffassung der Gattungszugehörigkeit von *Elat. umbellatum* Bl.

Es haben demnach, abgesehen von den mir noch ungenügend bekannten Arten, die folgenden Namen in Gültigkeit zu treten:

a. in der Untergattung *Procris*:

Elatostema frutescens Hassk., *laevigatum* Hassk. und *Wightianum* Wedd.

b. in der Untergattung *Pellionia*:

Elatostema pulchrum (*Pellionia* N. E. Br.), *repens* (*Polychroa* Lour., *Pell. Daveauana* N. E. Br.), *radicans* Wedd., *burmanicum* (*Pellionia* Hook. f.), *bulbiferum* Kurz, *brevifolium* (Benth.), *scabrum* (Benth.), *Griffithianum* (Wedd.), *heterolobum* (Wedd.), *stenocarpum* (Wedd.), *ambiguum* (Wedd.), *sinuatum* Hassk., *Pellionianum* Gaud., *australe* (Wedd.), *Heyneanum* (Wedd.), *Helferianum* (Wedd.), *javanicum* (Wedd.) und *latifolium* Bl.

19. **Bulbophyllum** (§. *Bulbophyllaria*) **mirabile** sp. n. (t. XXVIII. figg. 1 *a—d*).

Planta bulbosa, carnosa, epiphytica; radices densæ, vermiculares, tenues, simplices, teretes, pallide virides, glabræ, nitidulæ; pseudobulbi dense congesti, erecti, breviter coniformes, sordide virides, glabri, nitiduli, monophylli, primum vaginis compluribus arcte appressis, imbricatis, carnosis, viridibus, nitidulis, basi rubescentibus, postea torridis, membranaceis, pallidis, nitidulis, fibrosis vestiti, deinceps vaginarum detritarum fibris longitudinalibus parallelis liberis erectis circumditi, denique nudi; petiolus e pseudobulbo subito articulatim natus, oblique erectus, viridis, nitidus, teres, superne profunde et anguste sulcatus, apice sensim in laminam oblique erectam, parum recurvatam, latam, oblongam, apice rotundato subemarginatam, crassam, elastice coriaceam, superne laete luteo-viridem, lucidam, nervis longitudinalibus parallelis prominulis lineatam, subtus pallidiorem, glaucescentem, dense minuteque et irregulariter argenteo-punctatam, nitidulam, nervis parallelis parum prominulis obscure et longitudinaliter rugosam, nervo intermedio superne sulcato, subtus costato late carinatam dilatatus; scapus sub pseudobulbo natus, rigide pendulus, multiflorus, pallide viridis, maculis minutis

saturate lilacinis dense punctatus, parte ca. $\frac{1}{4}$ basali sterilis, teres, glaber, apicem versus sensim incrassatus, vaginis paucis lanceolatis, basi arcte appressis, clausis, ceterum apertis, patulis, dorso carinato-compressis, apice acuto iterum incurvatis, pallide viridibus, parce lilacino-punctatis vestitus; rhachis florigera conspicue longitudinaliter canellata, parte ca. $\frac{1}{4}$ basali multo magis tumida quam pedunculus, deinceps iterum apicem versus sensim extenuata; bracteae minutae, triangulares, pedicellis appressae, albidae, lilacino-punctatae; flores parvi, in bractearum axillis solitarii, pedicello brevissimo transverse erecto suffulti, bracteolis destituti, dimorphi; spicae partis basalis incrassatae flores (androgyni) cernui, ovario brevi turbinato 6-sulcato suffulti, prae anthesin in rhachidis sulcos reflexi; pedicellus ovariumque et sepalorum facies externa sordide viridulo-albida, maculis saturate lilacinis guttata; sepala tenuiter et breviter ciliolata, obtusa, intermedium lineare, proversum, sicut ovarium rhachidi parallelum, intus viridulo-albidum, lateralia multo latiora, oblonga, secus columnae pedem decurrentia, apice marginibus parum involutis divergentia, intus saturate violacea, sordide albido-guttata, margine undique unicolori sordide albido lineola capillari violacea cincto; petala sepalis multo breviora et minora, linearia, proversa, apice parum divergentia, glandularum instar tumida, pellucido-alba, basi pallide flava, pellucide maculata, praecipue secus marginem pilis longis, patentibus, violaceis barbata; labellum in pedis columnaris apice flexibile, trilobum, ungue brevi extus albido, pilis saturate violaceis hirsuto, intus pallide violaceo suffultum, lobis lateralibus minimis, sicut in avium lingua reflexis, saturate violaceis, hirsutis, inter lobos laterales usque ad lobi intermedii basin superne lucidum, tuberculosum, saturate violaceum, lobo intermedio linguiformi, crasso, carnoso, triangulari, violaceo, pilis patentibus saturate violaceis hirsuto pilisque similibus, sed longioribus ad angulos ternos ciliato; columna albida, subtus valde excavata; anthera flavido-albida, apice albo patule hirsuta; pollinia pallide flava; columnae pes brevis, a columna ipsa angulo

recto divergens, intus macula atro-violacea ornatus; flores ceteri (masculi) transverse erecti, brevissime pedicellati, minores quam basales, magis aperti; sepala reflexa, lateralia multo parcius guttata quam in floribus basalibus, intus pallidiora; labellum decurvatum, multo maius et longius pallidiusque et multo parcius hirsutum quam in floribus androgynis, inter lobos laterales non tuberculatum neque lucidum.

Pseudobulbi 25—30 mm. longi, basi 15—20 mm. diametro; petiolus 3—5 cm. longus, 5 mm. crassus; lamina usque ad 2 dm. longa, 8,5 cm. lata; spica cum pedunculo usque ad 3 dm. longa, rhachidis parte basali 9 mm. crassa; pedunculi vaginae 13 mm. longae; bracteae vix 2 mm. longae; flores androgyni praeter ovarium 5 mm. longi, 7 mm. diametro transverso.

Die Pflanze wurde vom sundanesischen Pflanzensammler JAHERI im Juli 1893 aus Westborneo in den botan. Garten eingeführt, wo sie im Mai 1895 zum zweiten Male zur Blüte gelangte.

In der oben gegebenen Beschreibung wurden die vegetativen Teile nach der lebenden Pflanze, die Blüten jedoch nach einer in Alkohol aufbewahrten Ähre und nach einer mir vom Assistent-hortulanus J. J. SMITH freundlichst zur Verfügung gestellten, nach der lebenden Pflanze angefertigten Beschreibung geschildert.

Die Färbung und Tüpfelung der unscheinbaren kleinen Blüten und die fleischige Anschwellung der Ährenspindel lassen vermuten, dass die Befruchtung der Blumen durch Fliegen vermittelt wird, doch ist es mir nicht geglückt, die Befruchtungsvermittler selbst oder einen Aasgeruch an den Blüten wahrzunehmen. Die Pflanze hat indessen, obgleich sie sehr reich geblüht hat, nicht eine einzige Frucht angesetzt, und so ist es nicht unmöglich, dass es ein in Borneo endemisches Insekt ist, welchem die Aufgabe der Übertragung des Blütenstaubes zukommt.

20. **Plocoglottis Lowii** RCHB. f., Xen. Orch. 2 p. 142 t. 154 (t. nostra XXVIII. figg. 2 *a—f*.).

Rhizoma in solo repens, internodiis brevibus; pseudobulbi in rhizomate dense serti, erecti, longe conici, subteretes, obscure quadranguli, triste, sed saturate violaceo-virides,

nitidi, vaginis magnis acutis subappressis parallelo-nervosis membranaceis torridis brunneis involucrati, denique nudi; folium in quovis pseudobulbo solitarium, erectum, vagina brevi, quadrangula, dilute rubro-viridi, glabra, nitida suffultum, magnum, e basi breviter petiolari marginibus involuta late lanceolatum, acumine brevi acuto terminatum, membranaceo-herbaceum, supra atro-viride, nitore metallico, subtus saturate rubro-violaceum, nitore cavernis respiratoriis densissimis aëre foetis argyrescente, nervis 5 vel 7 parallelis longitudinalibus, supra sulcatis, subtus carinatis, pallide et sordide viridibus plicatum, nervis tenuioribus numerosis utrinque parum conspicuis; scapus e pseudobulbi basi natus, erectus, longissimus, tenuis, teres, ruber, nitidus, sicut bracteae et ovaria pube densa minuta patente cinerascente mollis, vaginis ad basin congestis, superne remotis, torridis, membranaceis, brunneis, parallelo-nervosis, apice patulo acuminatis, basi arcte appressa clausis praeditus; flores in spicae laxae elongatae apice congesti, ordine acropetali aperti, ephemeri, post anthesin decidui, in bractearum axillis solitarii, ovario contorto oblique ad latus unum nutantes vel oblique subresupinati, forma ± obliqua; bracteae sessiles, ovato-lanceolatae, longe acuminatae, persistentes, iuniores laete, sed saturate virides, dorso nervis 3 parallelis saturate viridibus lineatae, nitidae, adultae rubrae, infimae torridae, brunneae; ovarium sessile, tenue, cylindricum, 6-sulcatum, viride, nitidulum; sepalum impar oblique transverse distans, cum petalis angulos rectos formans, sed in eadem fere planitie verticali dispositum, oblongo-lanceolatum, pallide viride, nitidum, intus glabrum, medio concavum, nervis 3 parallelis obscure lineatum, extus pube minuta densa patente brevi molle, apice primum incurvato, deinceps iterum valde revoluto saturatius viridi intus pilis patentibus minutis raris obspersum; petala 2 sepalo impari similia, sed angustiora, lineari-lanceolata, acuta, apice parum revoluta, pallide luteo-viridia, nitida, intus glaberrima, basi rubescentia, extus pilis raris patentibus obspersa, alterum verticaliter distans, alterum transverse distans, oblique suberectum; sepala 2

lateralia ad latus idem transverse distantia, convergentia, irregularia, oblique suberecta, obovato-falcata, acuta, valde undulato-revoluta, alterum margine alterius parum obtectum, subtus pallide viridia, pube minuta densa patente mollia, nitidula, lateribus revolutis, apice valde revoluto, superne paene ubique minute et dense puberula, basi et margine distali pallide viridia, nitidula, medio praeter marginem distalem late bullato-convexa, usque ad apicem sanguinea, nitidissima, secus lineas 2 longitudinales saturatius et dense sanguineo-punctata, bulla utraque superne ad latus distale tuberculo solitario praedita; labellum regulare, sed monstrosissimum, carnosum, basi valde elasticum, primo verticaliter deflexum, primo tactu subito resiliens, horizontaliter porrectum, columnae urceolo appressum, 5-gonum, antice linea recta retusum, subtus concavum, flavum, nitidum, ad margines laterales valde revolutos lacinulis atro-sanguineis fimbriatum, intra margines sanguineo-maculatum, superne sanguineum, subtilissime luteo-marmoratum, nitidissimum, convexum, obscure longitudinaliter bisulcatum, ad basin cuneato-unguiculatum, utrinque lobo tenui membranuloso-pellucido semilunari minute et irregulariter denticulato erecto cum labello ipso plicam revolutam formante utrinque flavo et maculis atro-sanguineis oblongis secus arcus cum margine parallelos sertis picto cinctum, utrinque dentibus 2 brevibus carnosis sanguineis sub columna coniunctis in plicas 2 laterales prominentibus praeditum, antice dente intermedio decurvato longo acuto carnoso flavo et dentibus 2 brevioribus lateralibus carnosis sanguineis erectis dentibusque 2 lateralibus brevissimis decurvatis flavis armatum; columna longa, ex apice incrassato urceolato sensim in unguem crassum teretem subtus ad basin sanguineum coarctata, pallide flava, nitida, pilis rarissimis patentibus obspersa, parum transverse ad latus recurva, basi cum labelli basi connata, ore obscure tridentato, denticulo uno supero late rotundato, 2 inferis curvatis, acutis; anthera sordide flava; pollinia 4 vitellina, in pedicellis 2 superne sulcatis geminata, lenticularia, in quovis pari inaequalia; **fructus non protulit.**

Pseudobulbi usque ad 1 dm. longi, 15 mm. crassi; folii vagina 15—30 mm. longa, ca. 5 mm. crassa; lamina praeter vaginam usque ultra 40 cm. longa, usque ad 12 cm. lata; pedunculus ultra 1 m. longus, 3—5 mm. crassus, vaginis usque ultra 3 cm. longis; bracteae 1 cm. longae, 5 mm. latae; ovarium 10—15 mm. longum, vix 2 mm. crassum; sepalum impar ca. 15 mm. longum, 4 mm. latum, paria ca. 13 mm. longa, ultra 5 mm. lata; petala 15 mm. longa, vix 3 mm. lata; labellum 5 mm. longum, 7 mm. latum; columna 7 mm. longa, sub apice 2 mm. crassa.

Mit Reichenbach's Beschreibung und Abbildung stimmt unsre Pflanze bis in alle Einzelheiten überein, nur sind bei ihr die Petala und das hintere Sepalum an der Spitze nicht rot, wie in Reichenbach's übrigens sehr oberflächlich gehaltener Abbildung.

In Gemeinschaft mit *Paphiopedilum amabile* Hallier f. [1]), einer mit *Goodyera* verwandten Orchidee, *Nepenthes ampullaria* Jack, einer *Trichomanes* u. s. w. auf dem dürftig bewachsenen, humusreichen, schattigen Boden der äusseren Partieen des aus mässig grossen, niedrigen, geradstämmigen Bäumen gebildeten dichten Hochgebirgswaldes, welcher den Rücken des Berges K'lamm bei Sintang in Westborneo bekleidet, in ca. 950 m. Meereshöhe (1., 9. u. 11. II. 1894, Hort. Bog.); ferner auch im Waldesschatten an sumpfigen Stellen einer Bachniederung am Wege vom Flüsschen Djĕmĕlắ nach dem Berge K'lamm, wohl noch keine 100 m. über dem Meere (14. II. 1894). — Im Herb. Bog., aus dem Hort. Bog., wo die Pflanze fortwährend in Blüte steht, aber noch niemals Früchte erzeugt hat (B. 2394).

21. **Kaempferia** (§. *Monolophus*) **decus silvae** sp. n. (t. XXVII. fig. 4).

K. eleganti Wall. proxima; herba glaberrima; caules prostrati, in nodis et internodiis radicantes, ramosi, virides, minute et dense rubro-punctati, vel sordide rubescentes, vaginis torridis pallidis lanceolatis acutis vestiti; in apice ramorum vaginae vivae, pallide virides, pallidius punctatae, nervis

---

1) H. Hallier, Ein neues Cypripedium aus Borneo. — Natuurk. Tijdschr. Ned. Ind. 54 (VI. 1895) S. 450—452.

pallidis longitudinalibus parallelis lineatae, subpellucidae; in rami cuiusvis apice folia 1 vel 2, longe petiolata; petiolus viridis, quasi vitreus, nitidulus, fasciculis fibro-vasalibus translucentibus pallide lineatus, supra profunde sulcatus, subtus teres; lamina ovata, subcordata, apice subacuta, mucronata, penicillata, superne atro-viridis, splendore subtili velutino, secus nervum intermedium vittae argenteae, apicem versus sensim angustatae, circuitu flammulatae ornamento praedita, subtus argyrescens, cavernis respiratoriis aëre foetis dense argenteo-punctata, micans; nervus intermedius supra sulcatus, subtus acute carinatus, laete viridis; inflorescentiae in ramorum apice solitariae, vaginis involucratae, plerumque biflorae; corollae tubus tenuis, longissimus, vaginam pluries superans, teres, albus, nitore vitreo; petala 3 aequalia, ovata, acuta, alba, subpellucida, nervis 3—5 parallelis pellucidis lineata, subopaca; staminodia 3 petaloidea, alba, punctulis quasi microcrystallinis splendentibus dense obspersa, postica 2 late obovata, apice late sinuato-praemorsa, anticum (labellum) profunde bifidum, superne ad basin striis 2 brevibus longitudinalibus parallelis laete luteo-viridibus ornatum, lobis late obovatis, rotundatis, staminodiorum posticorum forma et magnitudine; stamen unguiculatum, resupinatum, late ovatum, obtusum, album, basi cristis 2 divergentibus, carnosis, virescentibus praeditum; stylus tenuissimus, longus, albus, nitore vitreo, in corollae tubo occultus; stigma stamini insidens, urceolatum, virens, nitidum, ore tenuiter ciliato.

Vaginae usque ad 3 cm. longae; petiolus ultra 3 cm. longus; lamina ultra 7 cm. longa, 5 cm. fere lata; corollae tubus 6 cm. longus, vix 2 mm. latus; petala 12 mm. longa, 6 mm. lata; staminodia 2 integra 11 mm. longa totidemque fere lata, tertium bilobum ca. 14 mm. longum et 2 cm. latum; staminis lamina 6 mm. longa totidemque lata.

Dieses hübsche Pflänzchen bildet Teppiche auf dem schattigen, modernden Boden an lichteren Stellen des vorwiegend aus verschiedenen Eichenarten, sowie ferner aus Dipterocarpeen, *Elaeocarpus*, Anonaceen, *Ficus*, *Parkia* u. s. w. zusammengesetzten, von *Calamus*-Arten dicht durchflochtenen Hochwaldes auf dem Rücken des Liang Gagang (ca. 700—800

m. — 8.—24. III. 1894 B. 2636 und Hort. Bog.). Am 7. V. 1894 fand ich es ferner in Gemeinschaft mit *Ptyssiglottis anisophylla* und anderen Kräutern mit silbern gezeichneten Blättern zwischen dem Mandai und Kāpúăs (siehe oben unter *Ptyssiglottis anisophylla*).

Eine nahe verwandte Art mit ebenfalls silberstreifigen Blättern fand ich in Gemeinschaft mit einem kleinen, silberstreifigen *Curculigo* und anderen Zierkräutern in der Krautvegetation des modernden und sumpfigen Urwaldbodens am Fusse des Berges Damus am Tanggi im Quellgebiet des Sambas-Stromes, und eine dritte Art kommt in halber Höhe des Berges K'nĕpaì bei Smittouw, im Hochwald an den Gehängen eines seiner Ausläufer, vor (ca. 600 m.). Leider fand ich von diesen beiden Arten keine blühenden Exemplare und nahm daher nur lebende Pflanzen mit, von denen keine mehr vorhanden ist.

22. **Schismatoglottis zonata** sp. n. (t. XXIX).

S. rupestri Zoll. et Mor. proxima, sed foliorum ornatu diversa; petiolus longus, crassus, teres, superne obscure complanatus, triste glauco-viridis, opacus, minute et pallide striolatus, basi *abrupte* in vaginam apertam, pallescentem, apice libero cymbiformem, marginibus involutis pellucide membranaceam, sparse et minute striolatam dilatatus; lamina magna, late cordiformis, basi anguste et profunde sinuata, lobis 2 basalibus rotundatis, convergentibus, subhastatis, marginibus lateralibus arcuatis, grosse undulatis, apice acuta, mucrone maximo, longo, tereti, subulato, viridi, superne lutescenti, decurvato terminata, utrinque subopaca, subtus pallide glauco-viridis, cavernis respiratoriis densissimis aëre foetis pallide punctulata, luce permeante sicut in generis huius speciebus omnibus, quas vidi (*S. pulchra* N. E. Br., *Lavallei* Linden, *Lausbergeana* Linden, *rupestris* Zoll. et Mor., *picta* Schott) sub lente minute et dense apium cellulis instar reticulato-areolata, superne sicut in generis speciebus omnibus, quas vidi, punctulis rarioribus pellucidis, luce incidente argyrescentibus obspersa, secus nervum intermedium late et saturate glauco-viridis,

latere utroque vittis duplicibus, pallide glaucis, flammato-dilaceratis, cum margine parallelis, parum curvatis, angulo acuto in laminae sinum recurrentibus, apice confluentibus ornata, intra marginem et inter lateris eiusdem vittas binas pallidius quam in medio glauco-viridis, pinninervis, margine anguste cartilagineo, pellucido; nervus intermedius superne sicut in speciebus ceteris omnibus, quas examinare licuit, lineis multis longitudinalibus utrinque in laminam divergentibus atroviridibus subtiliter lineolatus, subtus valde prominens, semiteres, pallide viridis, nitidulus; nervi laterales in utroque latere ca. 20, arcuati, nervo triplici marginali inter se coniuncti, superne obscure sulcati, subtus parum prominentes, laete et saturate virides; tertii ordinis nervi e nervo intermedio eiusque ramis nati, densi, paralleli, tenues, superne pallide glauci, parum pellucidi, subtus 3—7 tantum inter secundi ordinis nervos binos vicinos conspicui.

Petiolus usque ad 3 dm. longus; lamina usque ad 2,5—3 dm. longa, usque ultra 18 cm. lata, sinu basali 6—7 cm. longo, ca. 8 cm. lato, mucrone 10—13 mm. longo, 1 mm. crasso.

In Gemeinschaft mit anderen Aroideen auf einem grossen Felsblock im Schatten des Hochwaldes an den Gehängen des Amai Ambit (5. V. 1894 Hort. Bog.; von hier im Herb. Bog. 13. IV. 1895 B. 3454).

23. **S. trivittata** sp. n. (t. XXX.).

S. pictae Schott proxima, sed vittarum numero diversa, praecedente minus spectabilis, sed laetius colorata; petiolus longus, teres, superne obscure complanatus, viridis, nitore parum conspicuo vitreo, basin versus *paulatim* in vaginam apertam, pallescentem, marginibus pellucidam, dense et breviter striolatam dilatatus; lamina magna, longe cordiformis, subsagittata, sinu basali triangulari, lobis basalibus margine interiore parum curvatis, apice anguste rotundatis, anguste acuminata, utrinque nitidula, subtus pallide glauco-viridis, superne atrato-viridis, vittis 3 longitudinalibus, argenteis, flam-

mato-dilaceratis, apice confluentibus, quarum duae laterales cum marginibus parallelae parum curvatae angulo acuto in laminae sinum recurrunt, ornata, pinninervis, pellucide punctulata, margine anguste cartilagineo, pellucido; nervus intermedius superne laete viridis, lineis multis longitudinalibus atro-viridibus subtiliter lineolatus, subtus pallide viridis; nervi laterales in utroque latere ca. 16—20, arcuati, nervo triplici marginali inter se coniuncti, supra conspicue sulcati, subtus costati, laetius quam intervenia virides; tertii ordinis nervi e intermedio eiusque ramis nati, densi, paralleli, tenuissimi, pellucidi; pedunculus longus, teres, pallide viridis, nitore inconspicuo vitreo, apice costulis parallelis minute verrucosis lineatus; spathae pars inferior longa, saturate viridis, rugis densis minutis longitudinalibus parallelis aspera, pars superior inferiore brevior et latior, longe ovoidea, acumine curvato nitido terminata, pallide viridis, opaca, nervis longitudinalibus parallelis saturate viridibus nitidis lineata, sub florum maturitatem circumscissa, decidua; spadicis pars denudata dimidio inferiore obconica, floribus femineis pallidis praedita, dimidio superiore ovoidea, floribus masculis albido-flavis opacis dense vestita.

Petiolus usque ad 3 dm. longus; lamina usque ultra 2 dm. longa, 13 cm. lata, sinu basali 4 cm. longo, ca. 9 cm. lato, acumine 2—3 cm. longo; pedunculus ca. 1 dm. longus; spathae pars inferior ca. 45 mm. longa, 10—12 mm. lata.

In Gemeinschaft mit *Sch. zonata*, Alocasien, Begonien u. s. w. auf von den Felswänden herabgestürzten Felsblöcken im Schatten des Urwaldes an den Gehängen des Amai Ambit ca. 500—600 m. (5. V. 1894 Hort. Bog.; von hier im Herb. Bog. Juni 1895 B. 3456).

In der Blattform und zumal in der silbergrauen Färbung der Blattunterseite stimmt *Schismatoglottis* sehr mit *Homalonema* überein; trotzdem aber war es leicht möglich, *S. zonata*, deren Blüten mir noch nicht bekannt sind, als Angehörige der Gattung *Schismatoglottis* zu erkennen. Während sich nämlich *Homalonema* durch einen starken Geruch des Blattstieles nach Um-

belliferen, *Vicia Faba* u. s. w., durch auf der Blattunterseite sichtbare durchscheinende, lange, mit den Seitennerven gleichsinnig verlaufende Kanäle und durch seine oberseits nicht liniierte Blattrippe auszeichnet, fehlen bei *Schismatoglottis* die Kanäle und der starke Geruch, und die Mittelrippe des Blattes ist oberseits dicht und fein dunkelgrün liniiert. Bei den Arten beider Gattungen ist ausserdem die Blattspreite oberseits mit silbergrauen, durchscheinenden Punkten besäet, und auf der Blattunterseite ist bei durchscheinendem Licht ein feines, engmaschiges, bienenwabenartiges Netzwerk sichtbar. Auch *Aglaonema* sind einige Arten beider Gattungen in der äusseren Tracht sehr ähnlich, doch ist diese Gattung leicht durch ihre spärliche, durchscheinende Netzaderung kenntlich.

(*Wird fortgesetzt*).

ERKLÄRUNG DER TAFELN.

Taf. XXI. *Ochthocharis borneensis* Bl.: *a.* anisophyller Seitenzweig, $\frac{1}{3}$ natürlicher Grösse; *b.* Blüte, $\frac{6}{1}$ nat. Gr.; *c.* Frucht, desgl.; *d.* Frucht im Querschnitt, desgl.

Taf. XXII. 1. *Otanthera cyanoides* Triana: 1*a.* anisophyller Seitenzweig in nat. Gr.; 1*b.* Blüte in $\frac{2}{1}$ nat. Gr.; 1*c.* Staubblatt in $\frac{6}{1}$ nat. Gr.

2. *Stauranthera argyrescens* Hallier f.: 2*a.* Zweigspitze in $\frac{4}{5}$ nat. Gr.; 2*b.* Blütenknospe in $\frac{3}{1}$ nat. Gr.

Taf. XXIII. 1. *Myrioneurum cyaneum* Hallier f., fruchttragender Stamm in nat. Gr. (wird in einer besonderen Abhandlung beschrieben!).

2. *Ptyssiglottis anisophylla* Hallier f.: 2*a.* Zweigspitze in nat. Gr.; 2*b.* Blüte von der Seite gesehen, $\frac{2}{1}$ nat. Gr.; 2*c.* Blumenkrone, durch einen seitlichen Längsschnitt geöffnet, $\frac{2}{1}$ nat. Gr.

Taf. XXIV. *Leucas bancana* Miq.: *a.* Pflanze in $\frac{2}{3}$ nat. Gr.; *b.* Blüte von der Seite gesehen, $\frac{3}{1}$ nat. Gr.; *c.* Frucht, halb von oben gesehen, $\frac{3}{1}$ nat. Gr.

Taf. XXV. 1. *Piper metallicum* Hallier f., Zweigspitze in $\frac{2}{3}$ nat. Gr.

2. *Elatostema robustum* Hallier f., oberer Teil der Pflanze in $\frac{1}{3}$ nat. Gr.

Taf. XXVI. 1. *Elatostema vittatum* Hallier f., oberer Teil der Pfl. in nat. Gr.

2. *Elatostema insigne* Hallier f., oberer Teil der Pfl. in $\frac{2}{3}$ nat. Gr.

3. *Piper Elatostema* Hallier f., oberer Teil der Pfl. in $\frac{2}{3}$ nat. Gr.

Taf. XXVII. 1. *Piper argyroneurum* Hallier f.: 1*a.* oberer Teil der Pfl. in $\frac{1}{3}$ nat. Gr.; 1*b.* ♀ Kätzchen in nat. Gr.

2. *Elatostema mesargyreum* Hallier f., oberer Teil der Pfl. in $\frac{2}{3}$ nat. Gr.

3. *Elatostema caudatum* Hallier f., Zweig in $\frac{2}{3}$ nat. Gr.

4. *Kaempferia decus silvae* Hallier f., Zweig in nat. Gr.

Taf. XXVIII. 1. *Bulbophyllum mirabile* Hallier f.: 1*a.* Pflanze mit dem Stiele einer Blütenähre in $\frac{2}{3}$ nat. Gr.; 1*b.* Aehre in nat. Gr.; 1*c.* männliche Blüte von vorne gesehen, $\frac{6}{1}$ nat. Gr.; 1*d.* dieselbe von der Seite, $\frac{6}{1}$ nat. Gr.

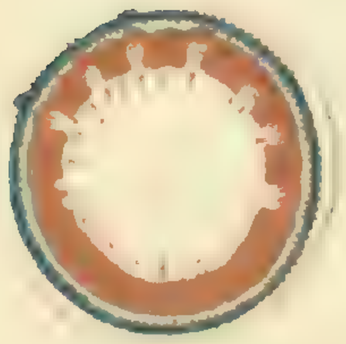
2. *Plocoglottis Lowii* Rchb. f.: 2*a.* Blüte von vorne gesehen in nat. Gr.; 2*b.* dies. von der Seite in nat. Gr.; 2*c.* Labellum von oben, $\frac{2}{1}$ nat. Gr.; 2*d.* dasselbe von unten, desgl.; 2*e.* dass. von der Seite, desgl.; 2*f.* rechtes Petalum von unten, desgl.

Taf. XXIX. *Schismatoglottis zonata* Hallier f., Blatt in $\frac{2}{3}$ nat. Gr.

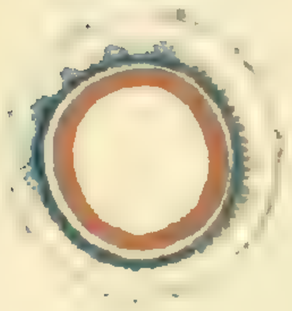
Taf. XXX. *Schismatoglottis trivittata* Hallier f.: *a.* Blatt in $\frac{2}{3}$ nat. Gr.; *b.* Spadix in nat. Gr.; *c.* Spadix, nachdem die Zunge der Spatha abgefallen, in nat. Gr.

1

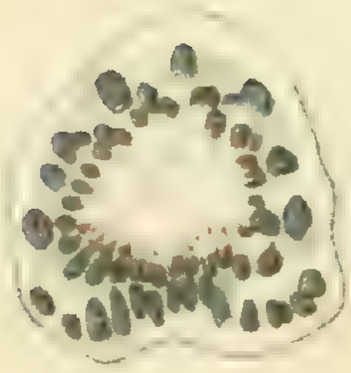
2



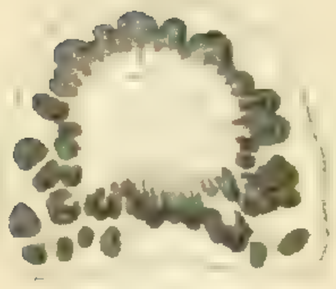
3



13



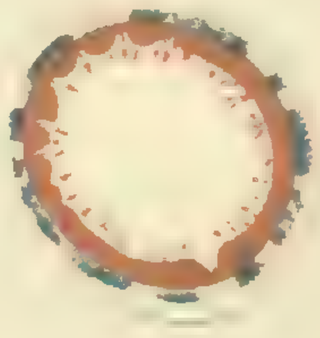
14



15

16

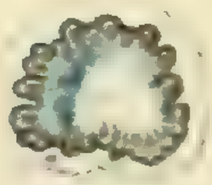
4



5

6

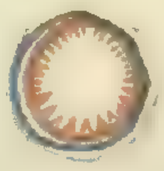
17



18

19

20

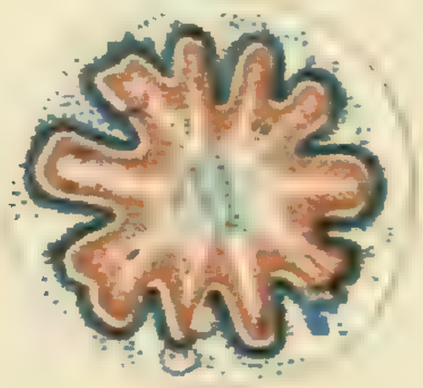


7

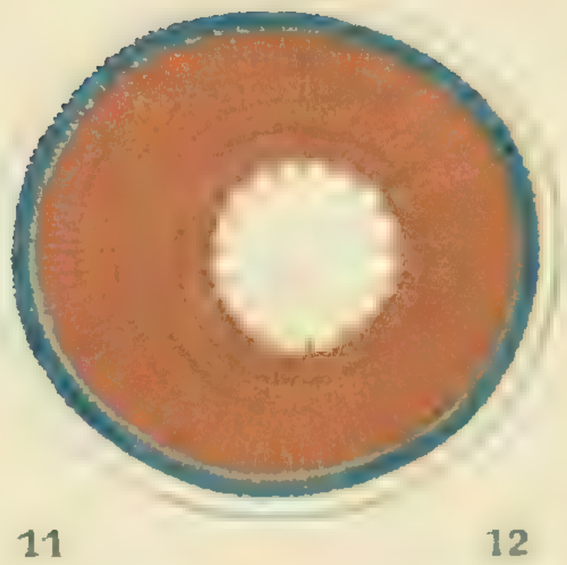
8

9

21

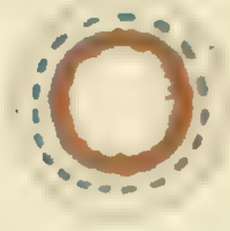


10



11

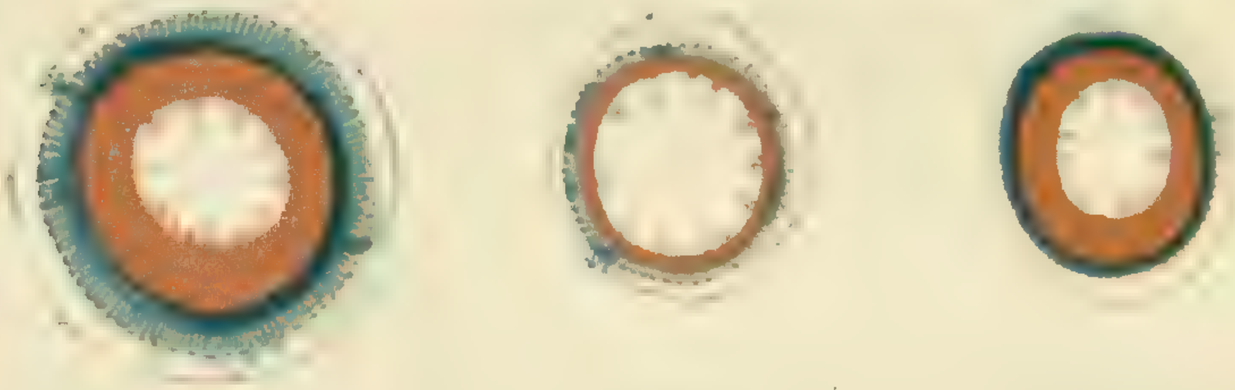
12



22

22a

23



23a

24

Mas Kromohardjo del. P.W.M.Trap impr. A.J.J.Wendel lith.

Mas Kromohardjo del

P.W.M.Trap impr.

A.J.J.Wendel lith.

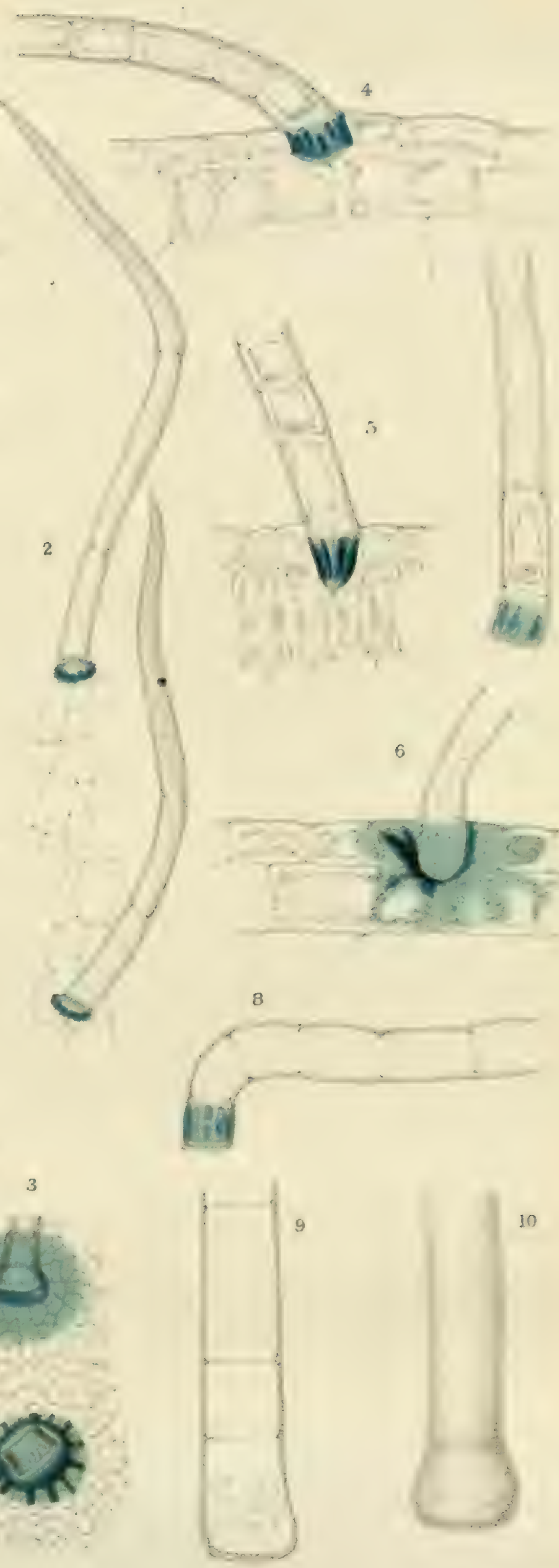
1.

2.

3.

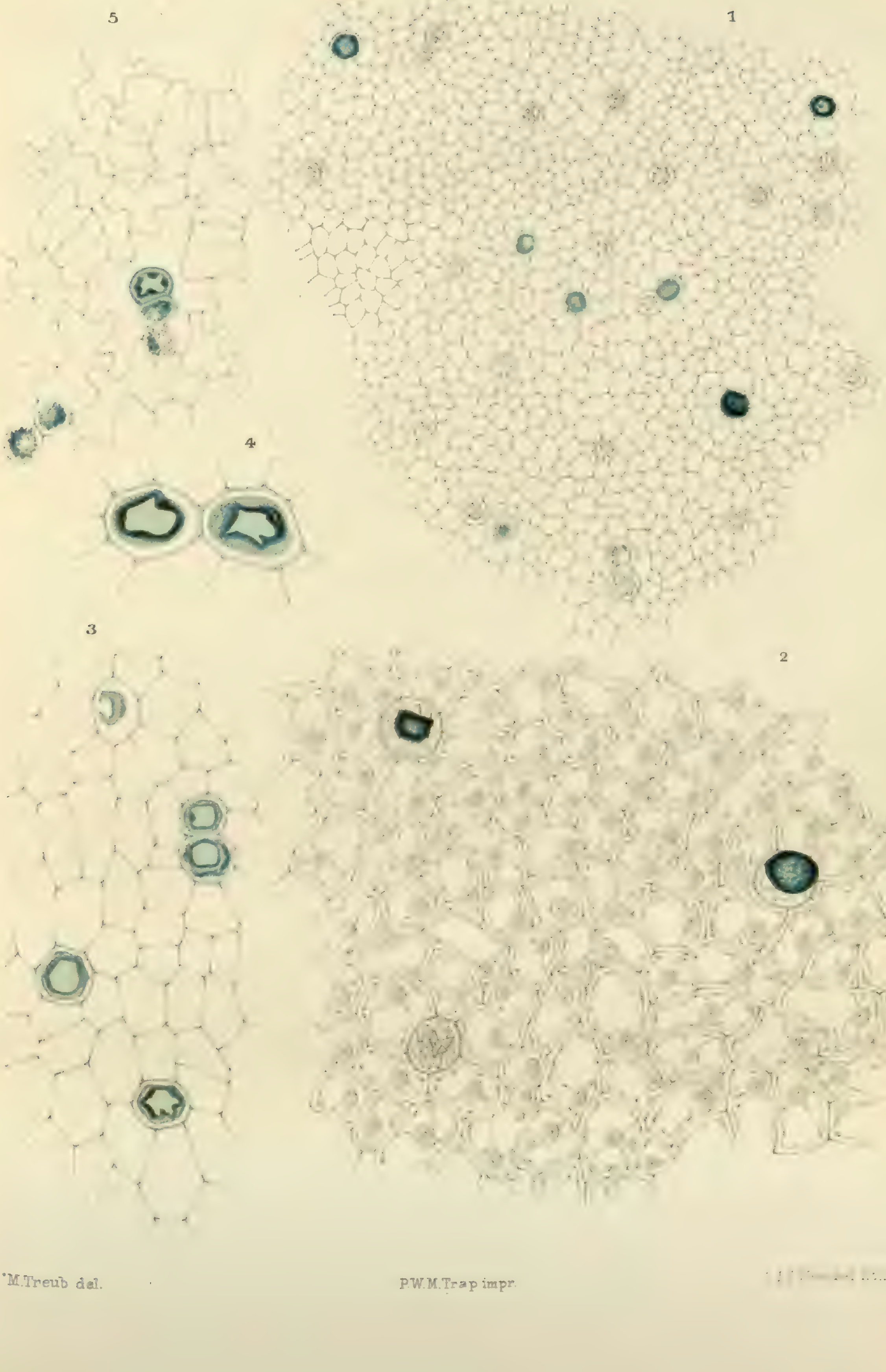
4.

Mas Kromohardjo del P.W.M. Trap impr A.J.J. Wendel lith



M. Treub del.

P.W.M. Trap impr

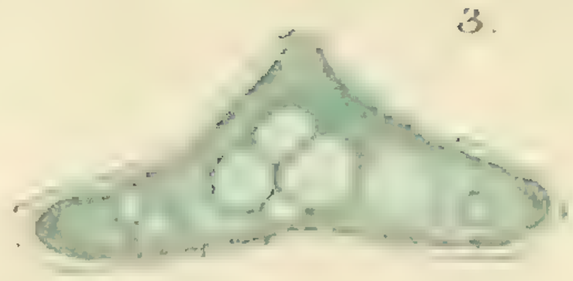


M. Treub del. P.W.M. Trap impr.

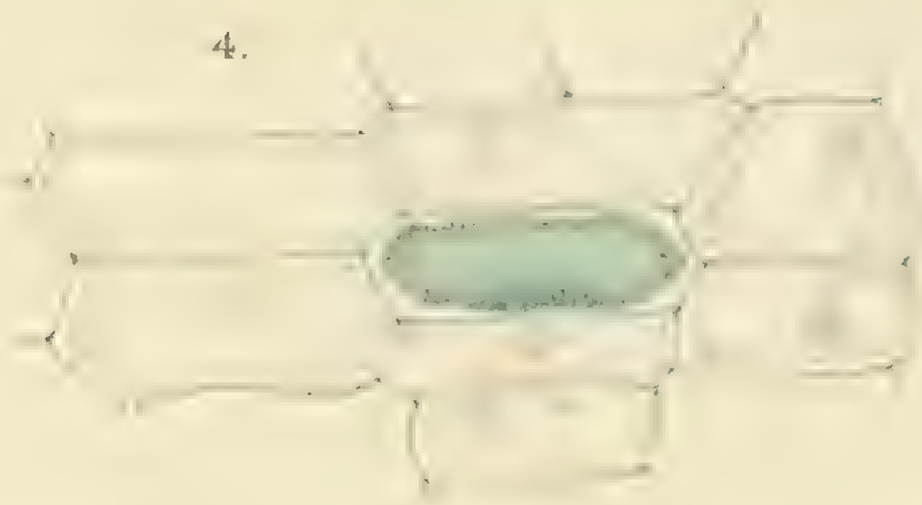
1

2.

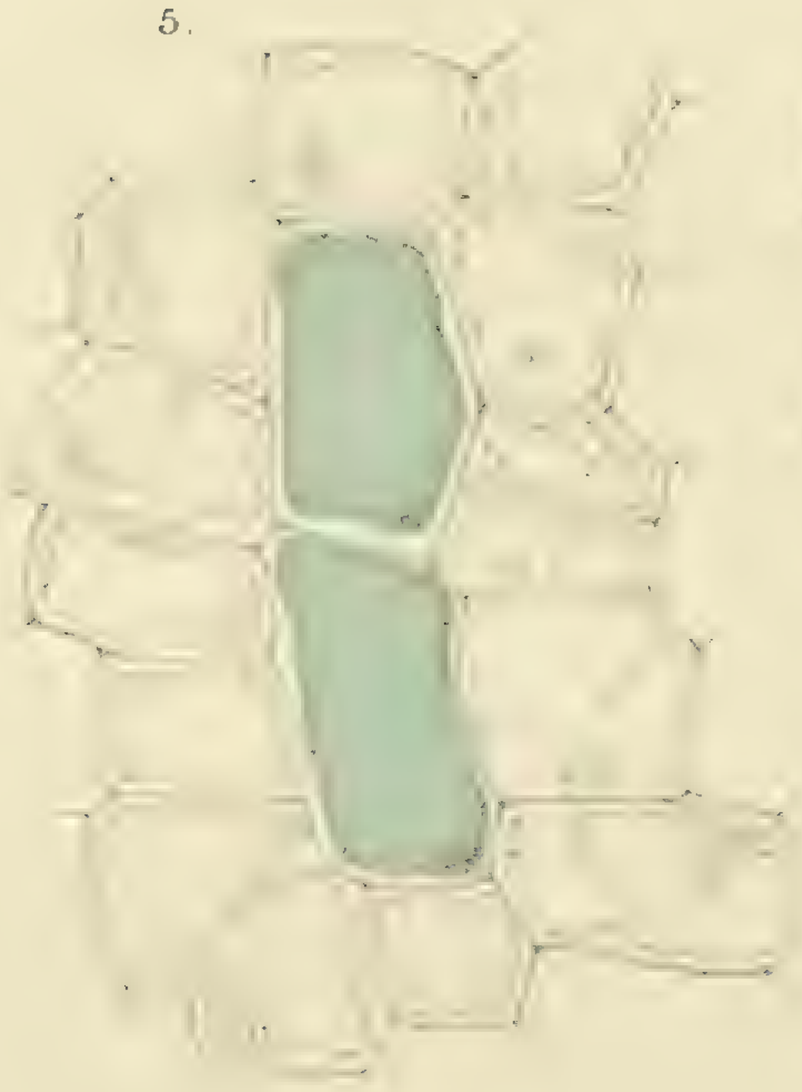
3.



4.



5.



6.

7

8.

9.

10.

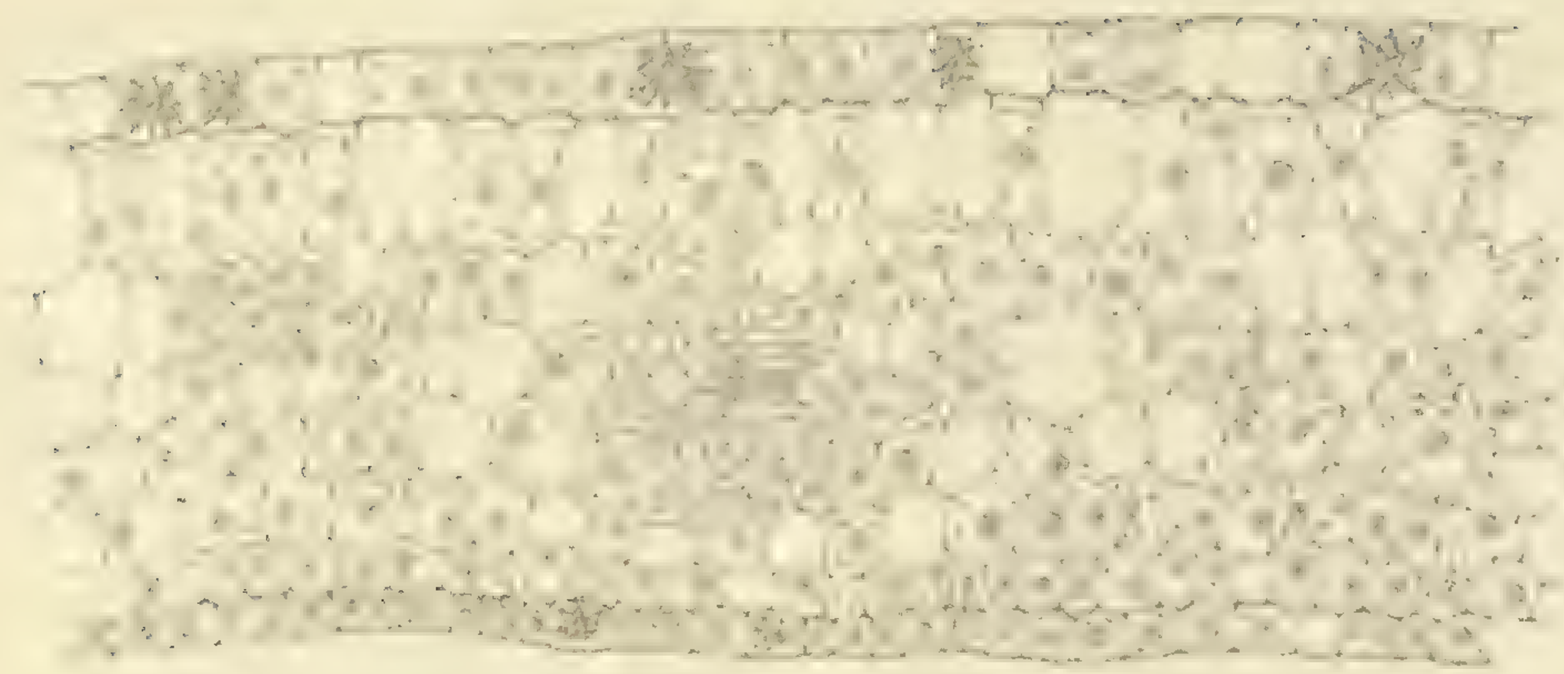
11.

1a
1b
1c

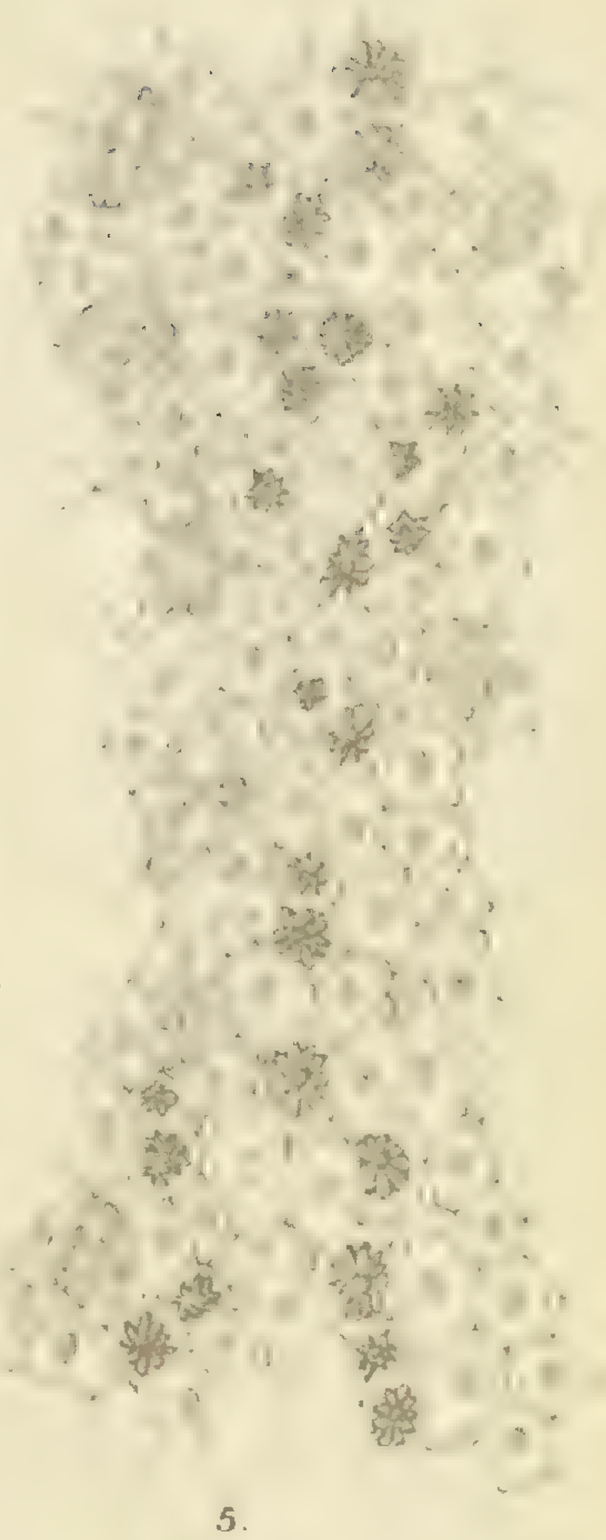
2.
3
6
7
8

4.
5.
9
10

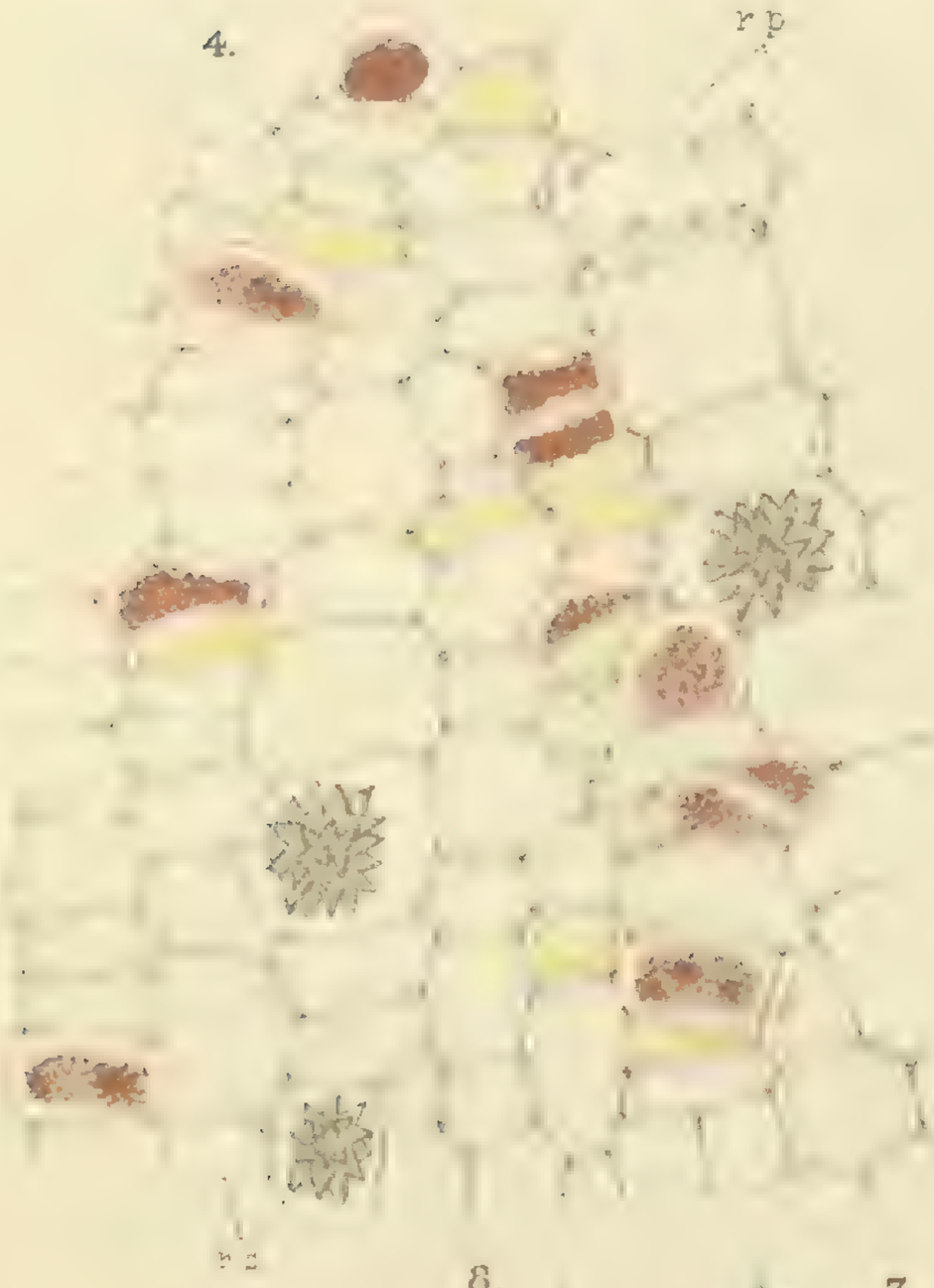
1.



3.

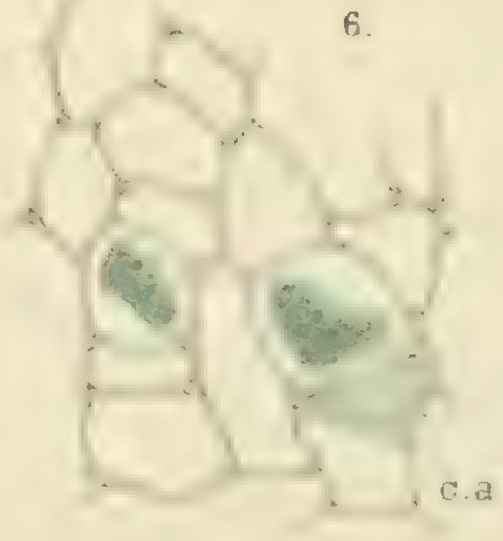


4.



2.

6.



5.

12.

13.

8.

7.

10.

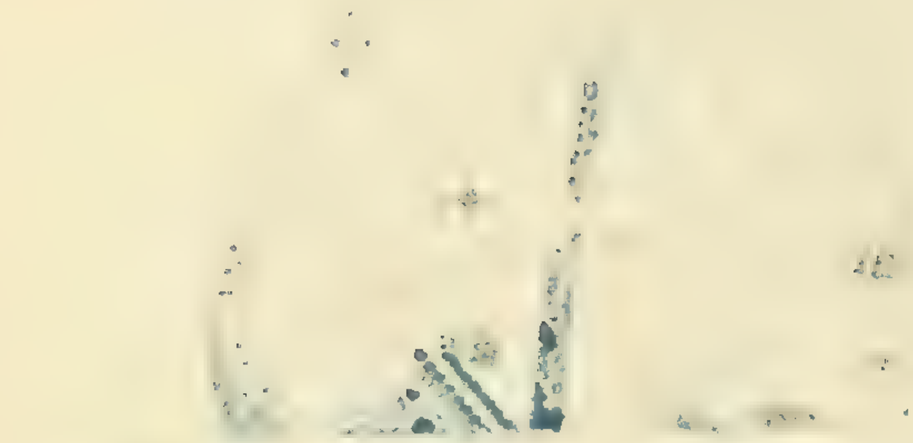
11.

9.

1.

Mas Kromohardjo del. P.W.M. Trap impr A.J. Wendel lith.

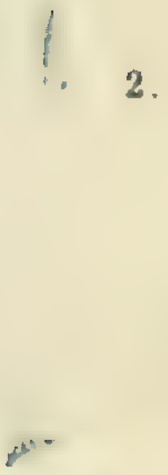
1a



1b

5.

2.



3.

4.

6.

9.

7.

8.

10.

Mas Kromohardjo del

P.W.M Trap impr

A.J.J.Wendel lith

1a

α .....

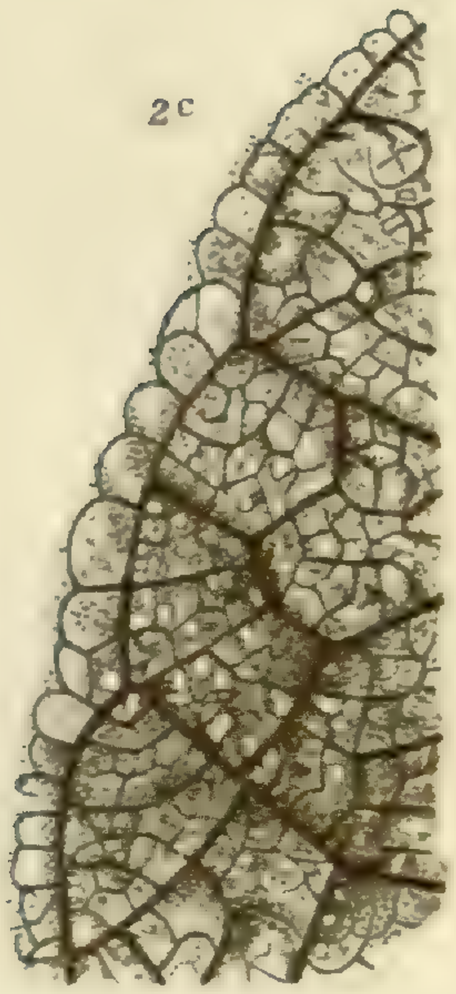
β .....

1b

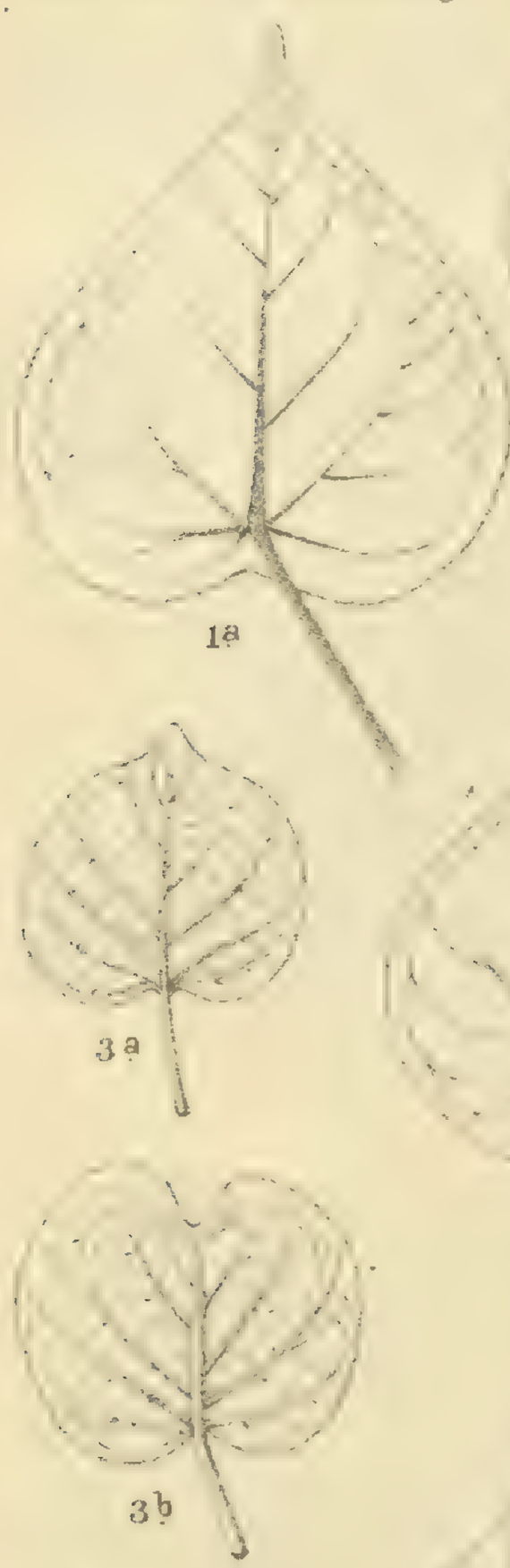
2a

2b

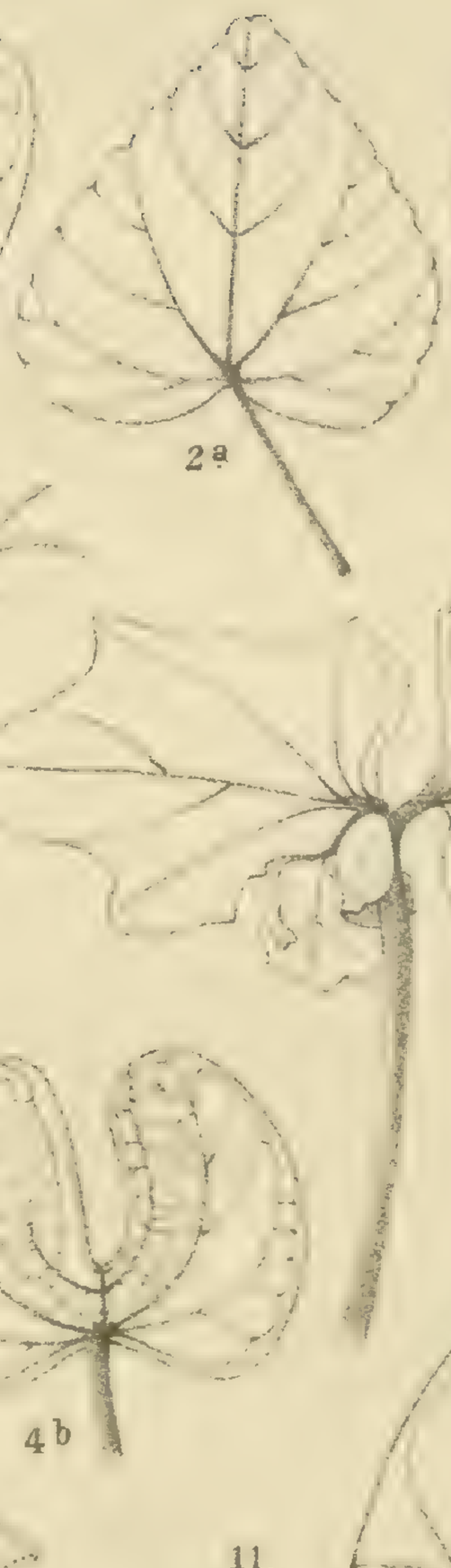
2c

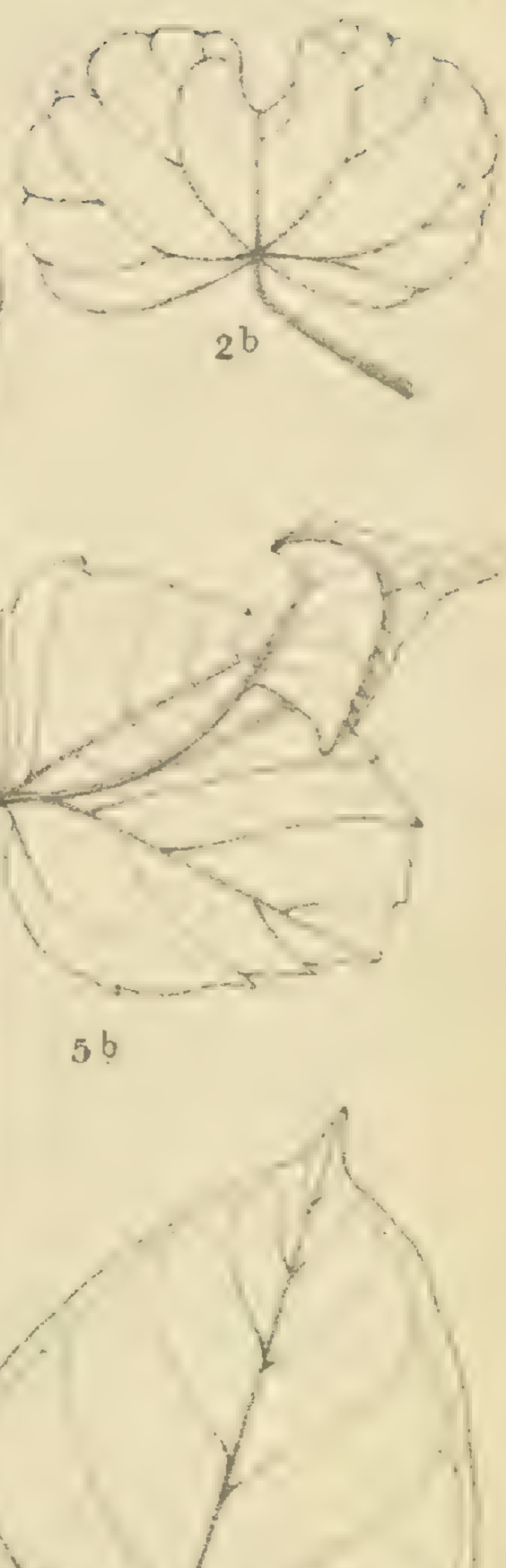


Mas Kromohardjo del. P.W.M.Tarp impr. A.J.J.Wendel lith.


1a

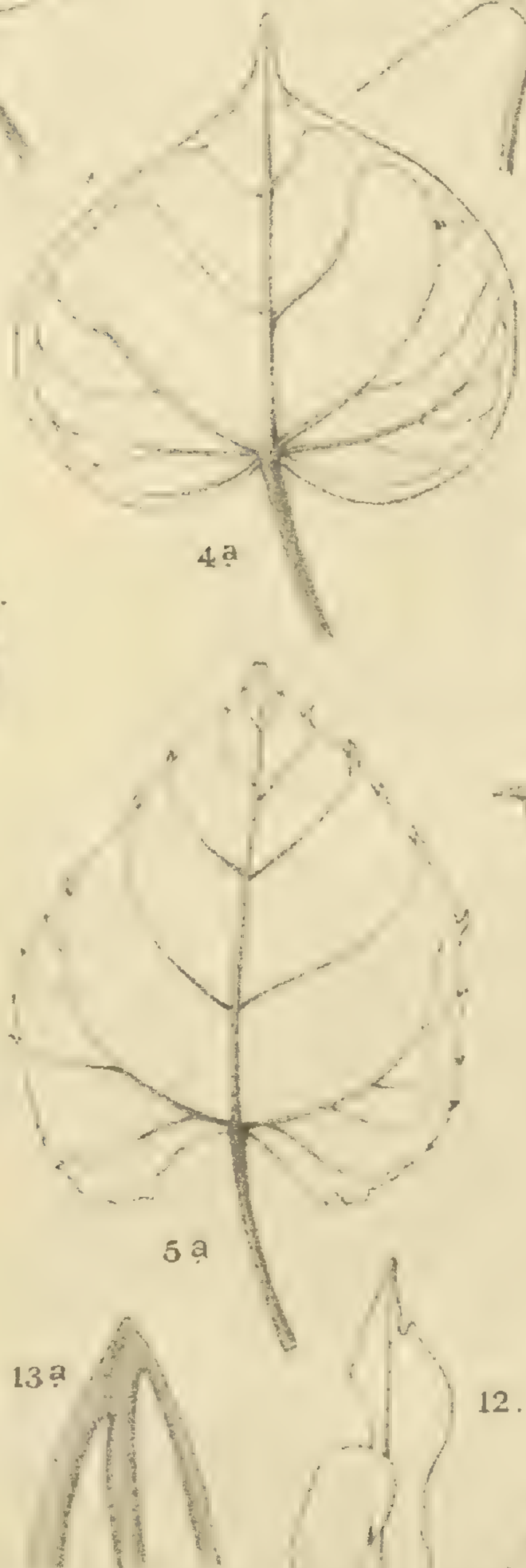
1b


2a


2b

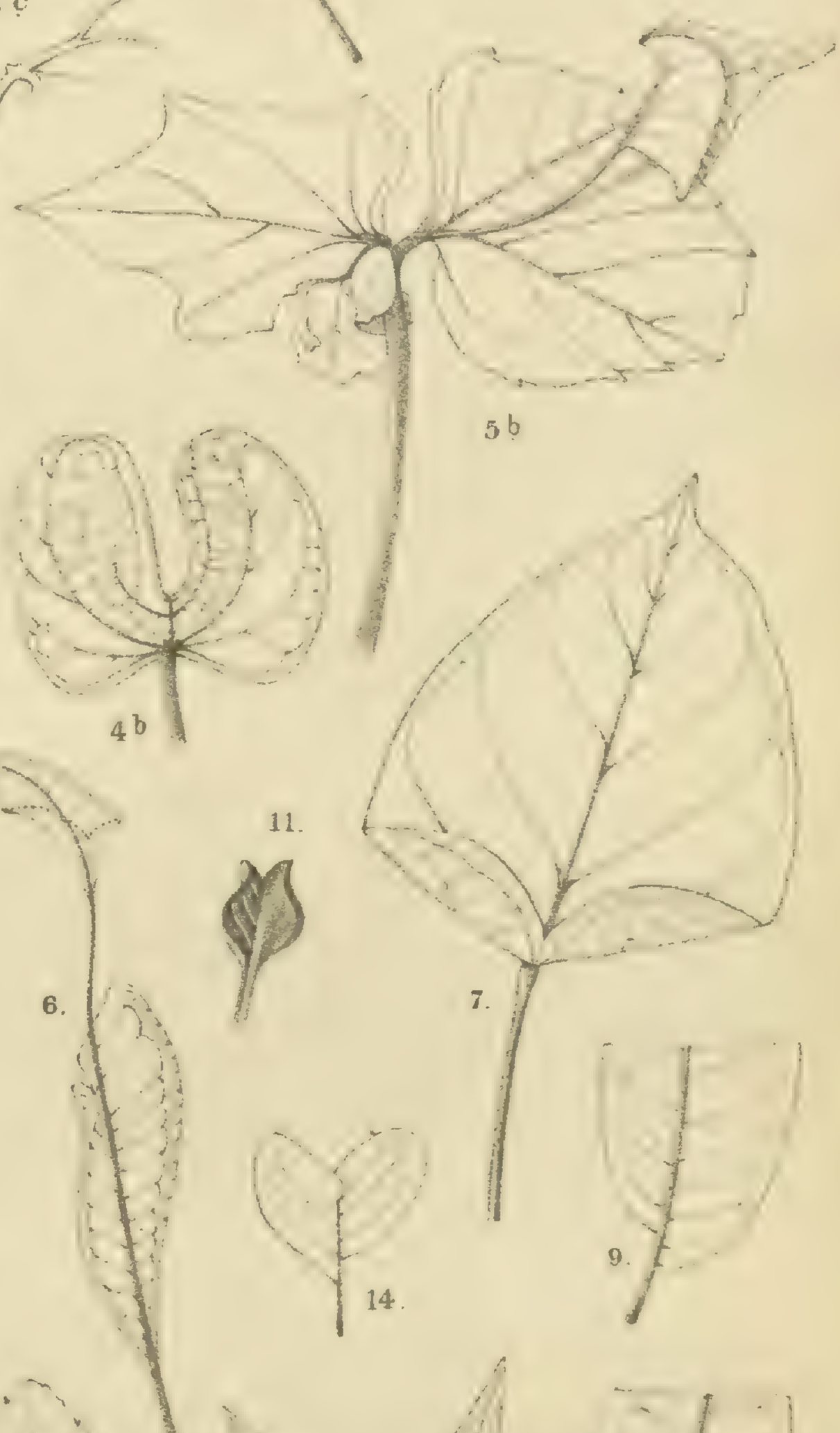
3a

3b


4a

4b

5a


5b

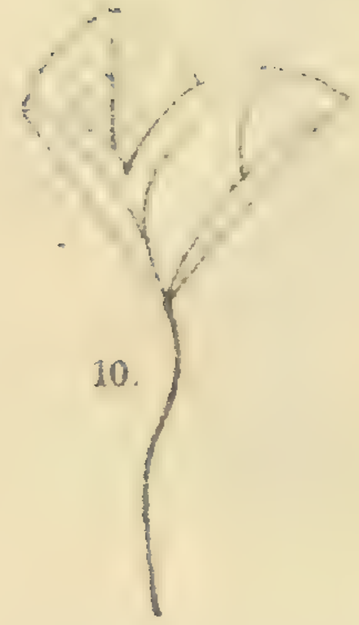
5c

6.

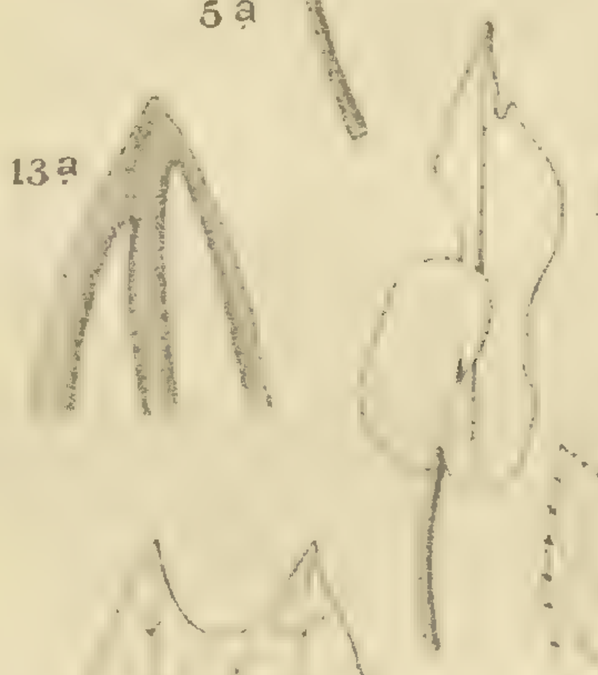
7.

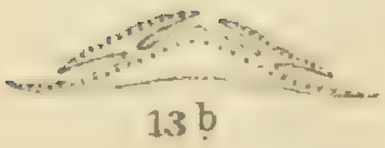
8.

9.


10.

11.

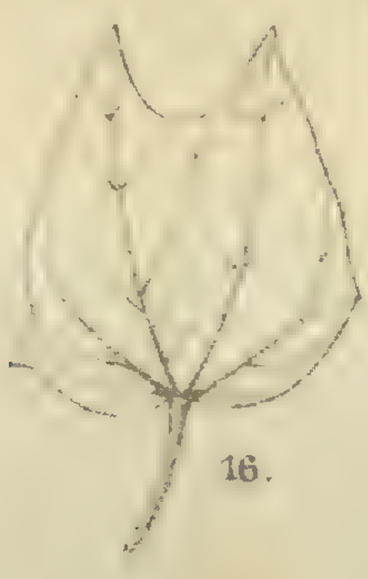

12.


13b

13a

14.

15.


16.

18.

17.

J.C.C. & J.J.S. jun. del.

P.W.M. Trap imp.

A.J.J. Vandenbergh

19.

19* I.

19* II.

19* III.

a

b

b

22.

20 a

20 b

31 b

23.

21 a

21 c

34.

31 e

d

e

c

a

b

30.

25 b

c

d

e

f

g

j

m

n

i

o

k

l

31 c

31 a

21 b

a

27.

26.

25 a

c

m

d

n

a

e

g

f

i

j

h

b

k

l

g

f

h

x

i

e

x

d

c

a

b

31 d

31 f

d

c

a

b

24.

28.

29.

32.

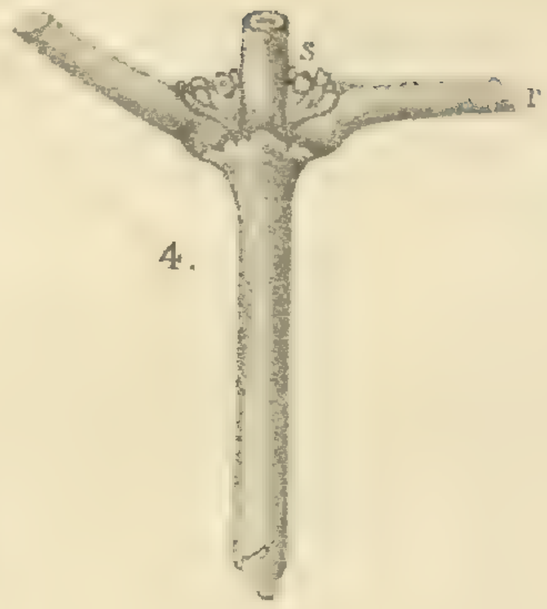
J.C.C. & J.J.S. jun. del.

P.W.M. Trap impr.

A.J.J. Wendel lith.

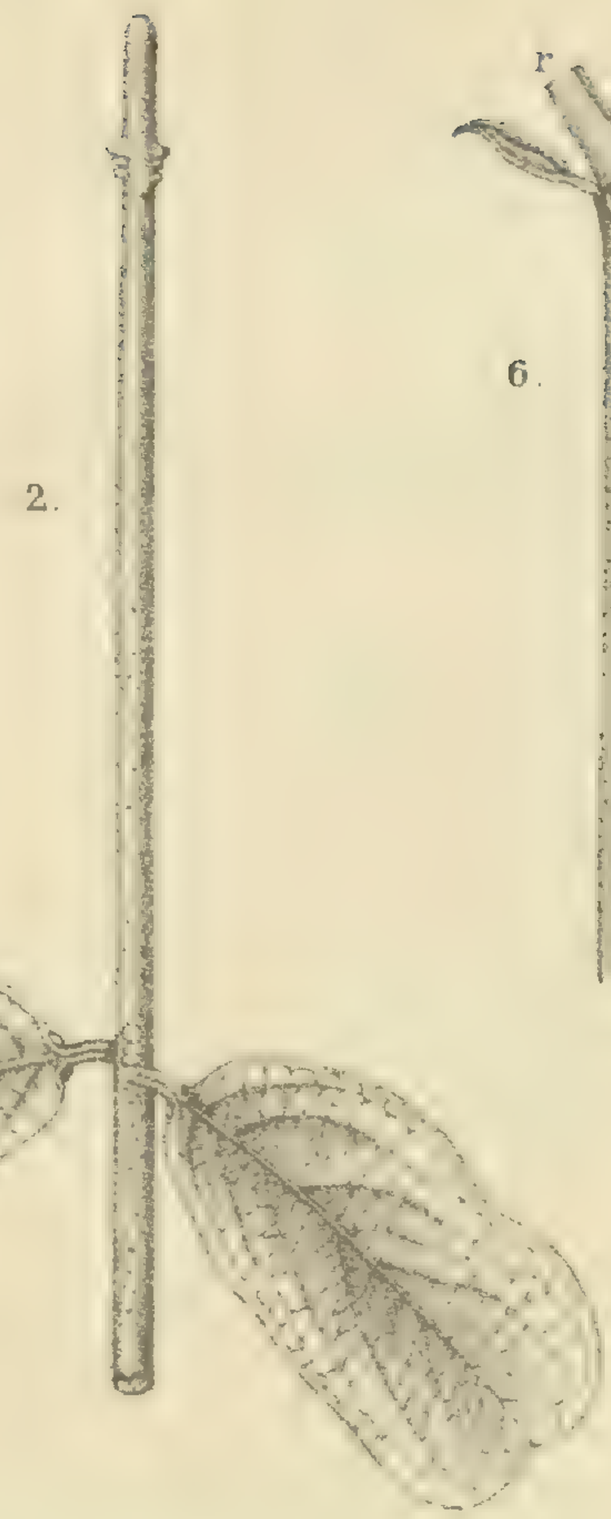
1

3



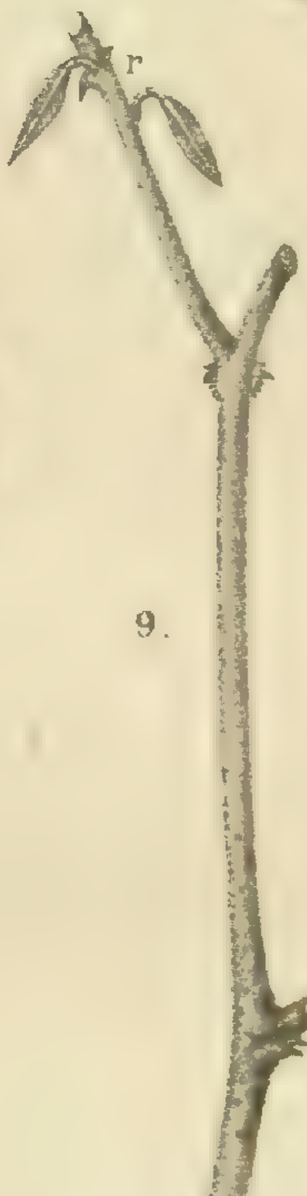
4.

5.

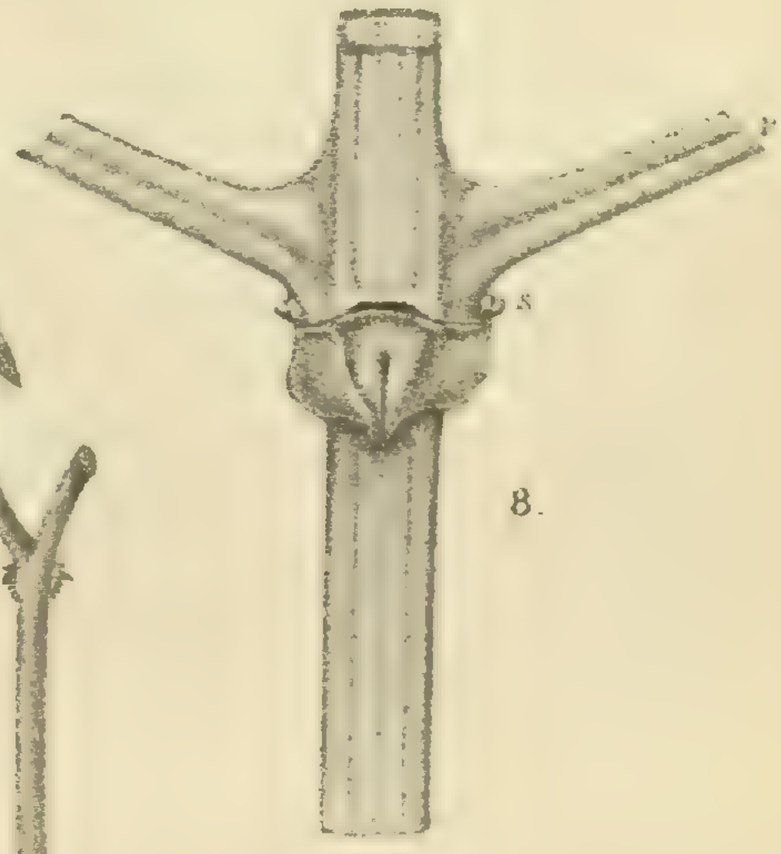


2.

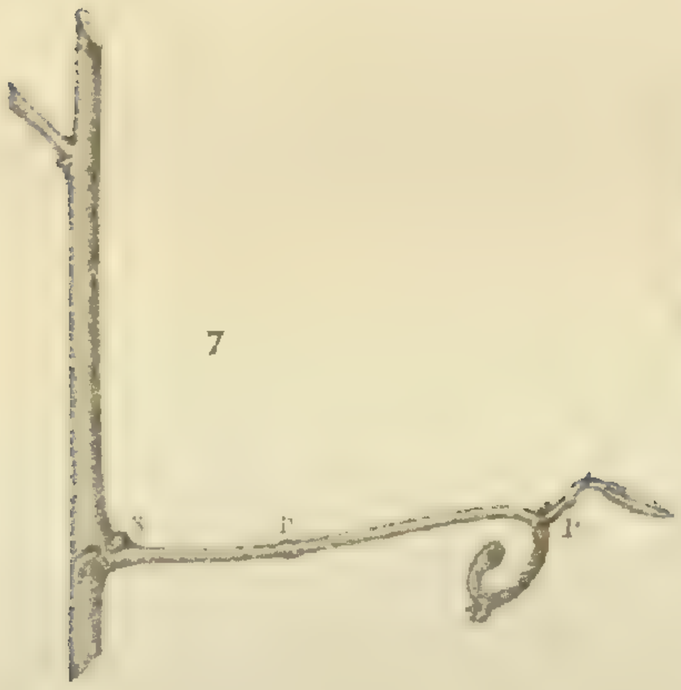
6.



9.



8.



7

Mas Kromohardjo del. P.W.M.Trap impr. A.J.J.Wendel lith.

10.

15a

15b

11.

13.

15c

12a

12b

14.

1.

2.

3.

4.

5.

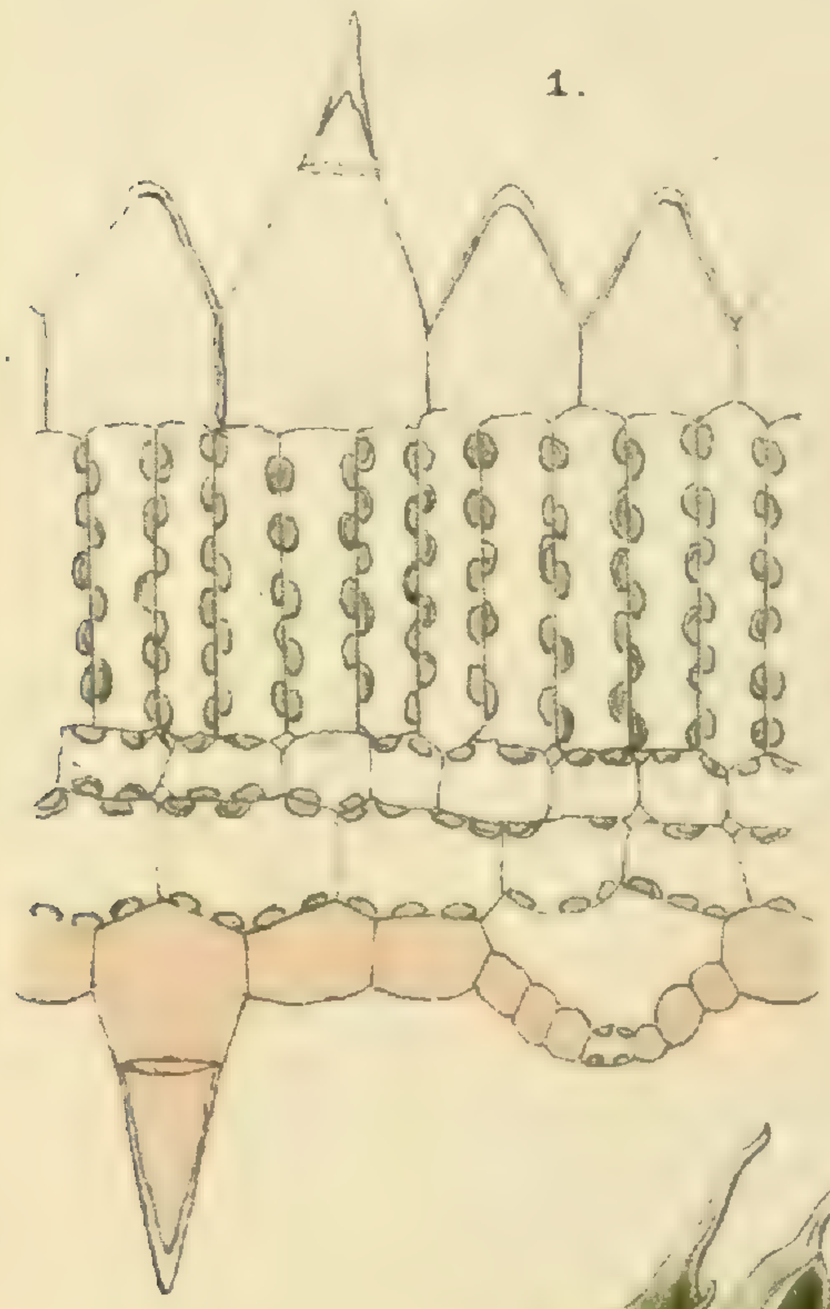
6.

a

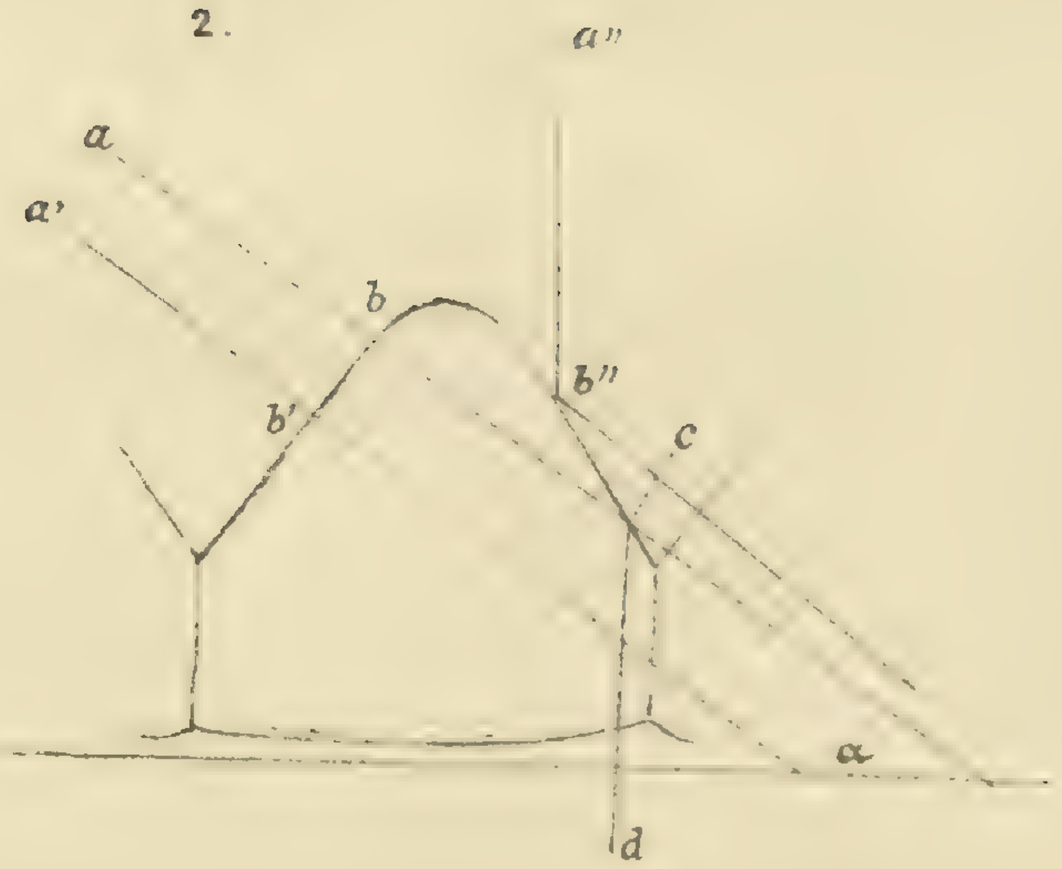
b

7.

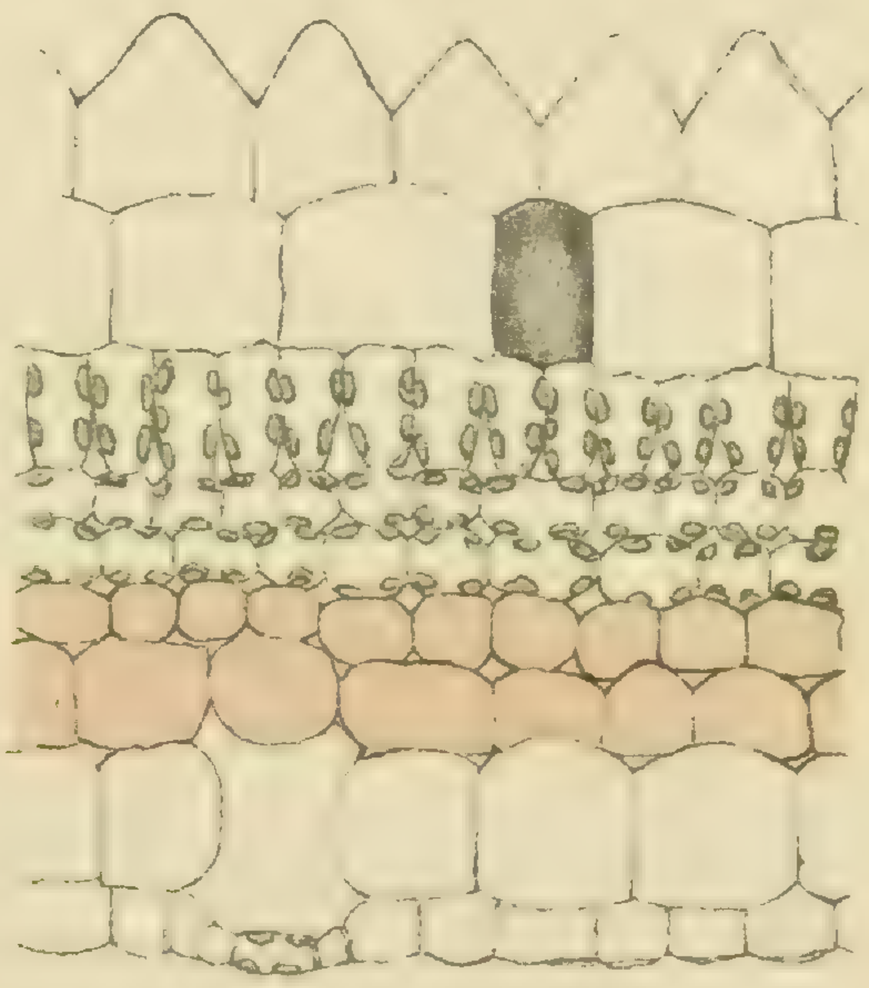
1.



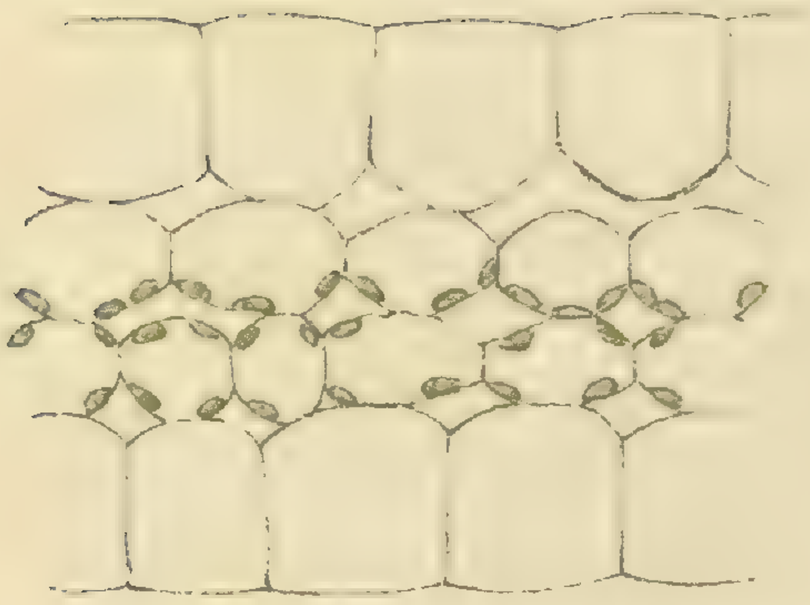
2.



3.



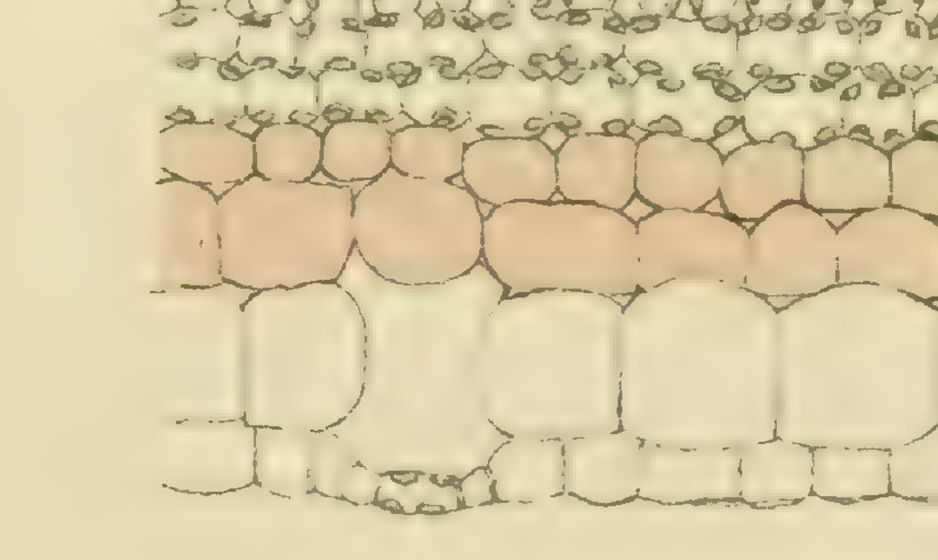
6.



b.

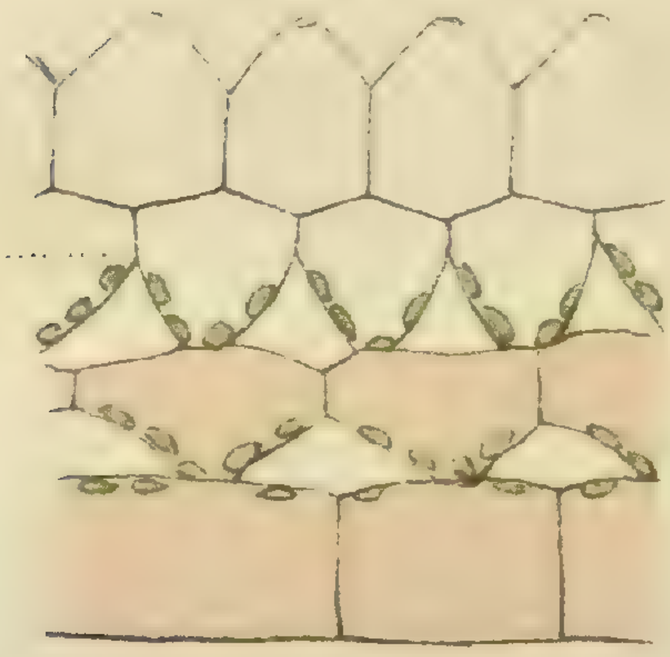
4.

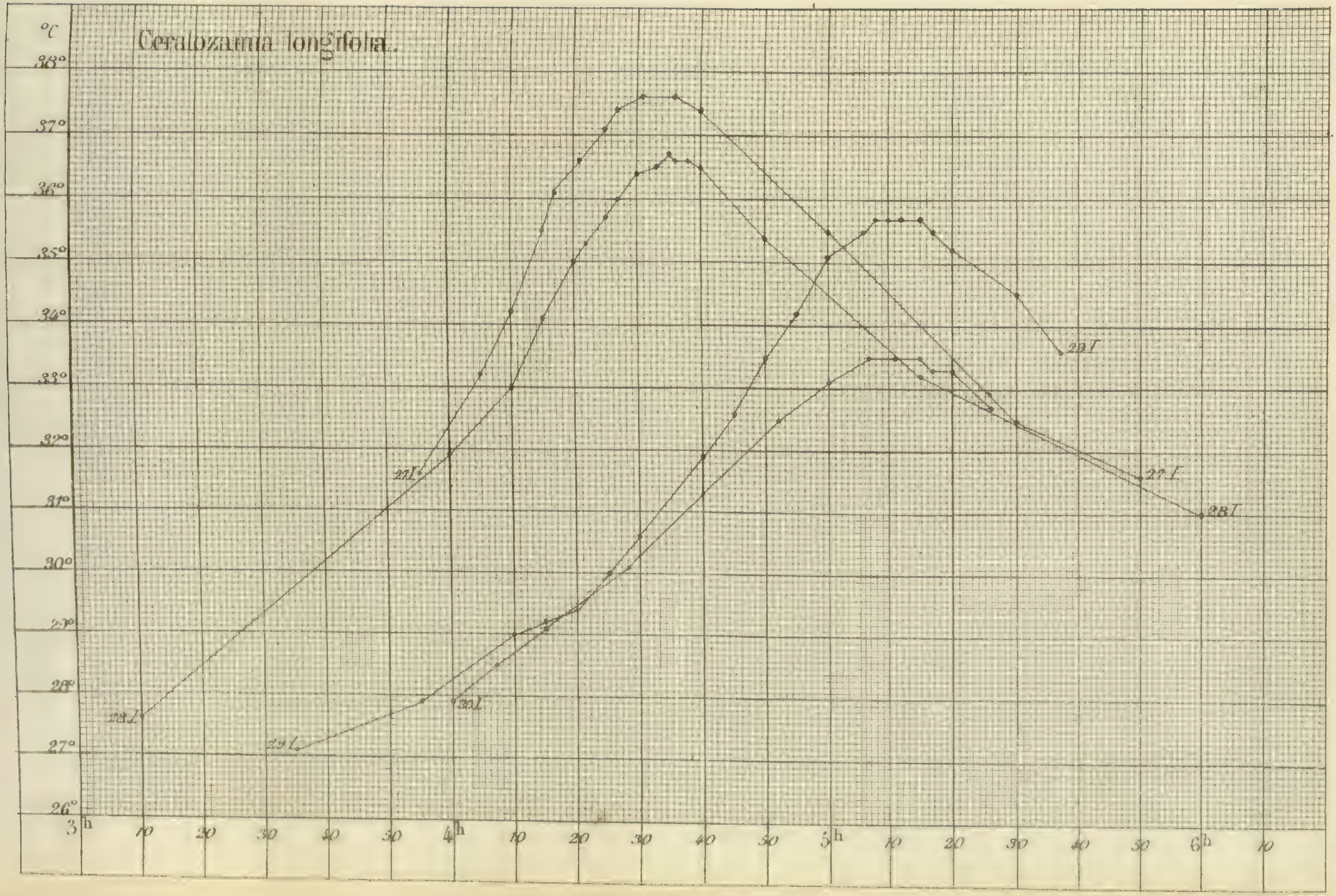
5.

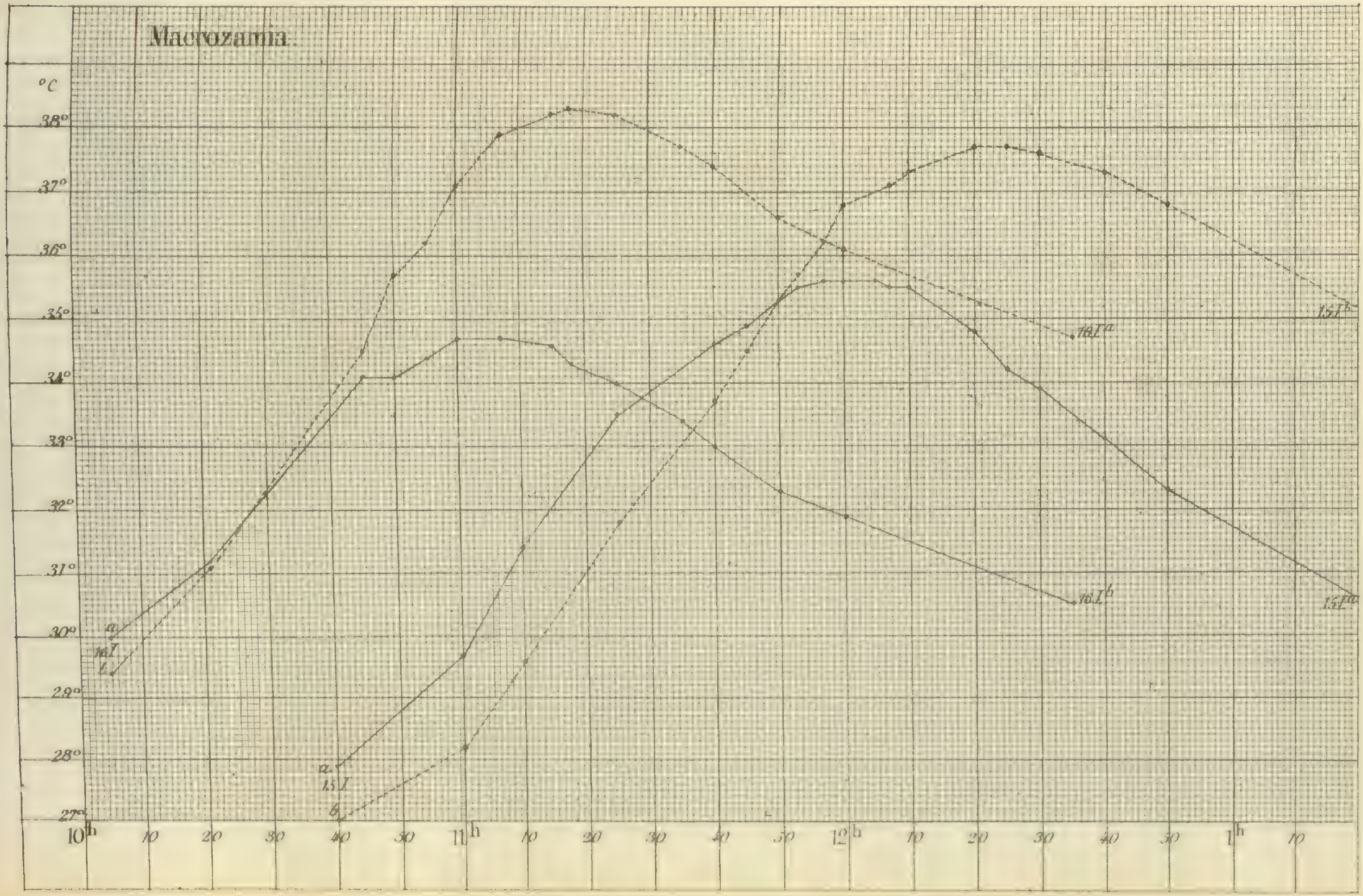


c.

a.




°C
38°
37°
36°
35°
34°
33°
32°
31°
30°
29°
28°
27°
26°
Ceralozamia longifolia.
22 I.
28 I.
23 I.
30 I.
29 I.
28 I.
28 I.
3h
10
20
30
40
50
4h
10
20
30
40
50
5h
10
20
30
40
50
6h
10


Macrozamia.
°C
38°
37°
36°
35°
34°
33°
32°
31°
30°
29°
28°
27°
16.I a
16.I b
15.I a
15.I b
16.I a
16.I b
15.I a
15.I b
10h
10
20
30
40
50
11h
10
20
30
40
50
12h
10
20
30
40
50
1h
10

I. Macrozamia.

II. Ceratozamia.

III. Coralozamia.

d. 6/1

a.

c. 6/1

1/2

b. 6/1

Steendr. v Mulder, Leiden

M.S. Kromohardjo, del.

Ochthocharis borneensis Bl.

Steenis v/d Meijden Leiden.

Mas Kromohardjo, dek.

1 Otanthera cyanoides Triana. 2 Staurantheria argyrescens Hallier f

Mas Kromoleardjo del Strendr. M. de Bruin

1. Myrioneurum cyaneum Hallier f. 2. Physsiglottis anisophylla Hallier f.

Mas Kromohardjo, del

Boerdr v Mulder, Leiden

Leucas bancana Miq.

Mas Kromohardjo del. Imp. Veuve Ledé

1 Piper metallicum Hallier f. 2 Elatostema robustum Hallier f

1.Elatostema vittatum Hallier f. 2.Elatostema insigne Hallier f.
3.Piper Elatostema Hallier f.

fig. 2.

2/3

fig. 3.

2/3

fig. 1a.

fig. 1b.

1/1

1/2

fig. 4.

1/1

Mas Kromohardjo, del.

Steendr. v. Mulder, Leiden.

1. Piper argyroneurum Hallier f. 2. Elatostema mesargyreum Hallier f.
3. Elatostema caudatum Hallier f. 4. Kaempferia decus silvae Hallier f.

1 b.

1 c.

4/1

1 d.

4/1

2. a.

2 c.

1/1

2/1

2 b.

1/1

2 d.

2 e.

2/1

2 f.

2/1

1/1

1 a.

2/3

Mas Kromohardjo del.

Steendr. v. Mulder, Leiden.

1 Bulbophyllum mirabile Hallier f. 2. Plocoglottis Lowii Rchb. f.

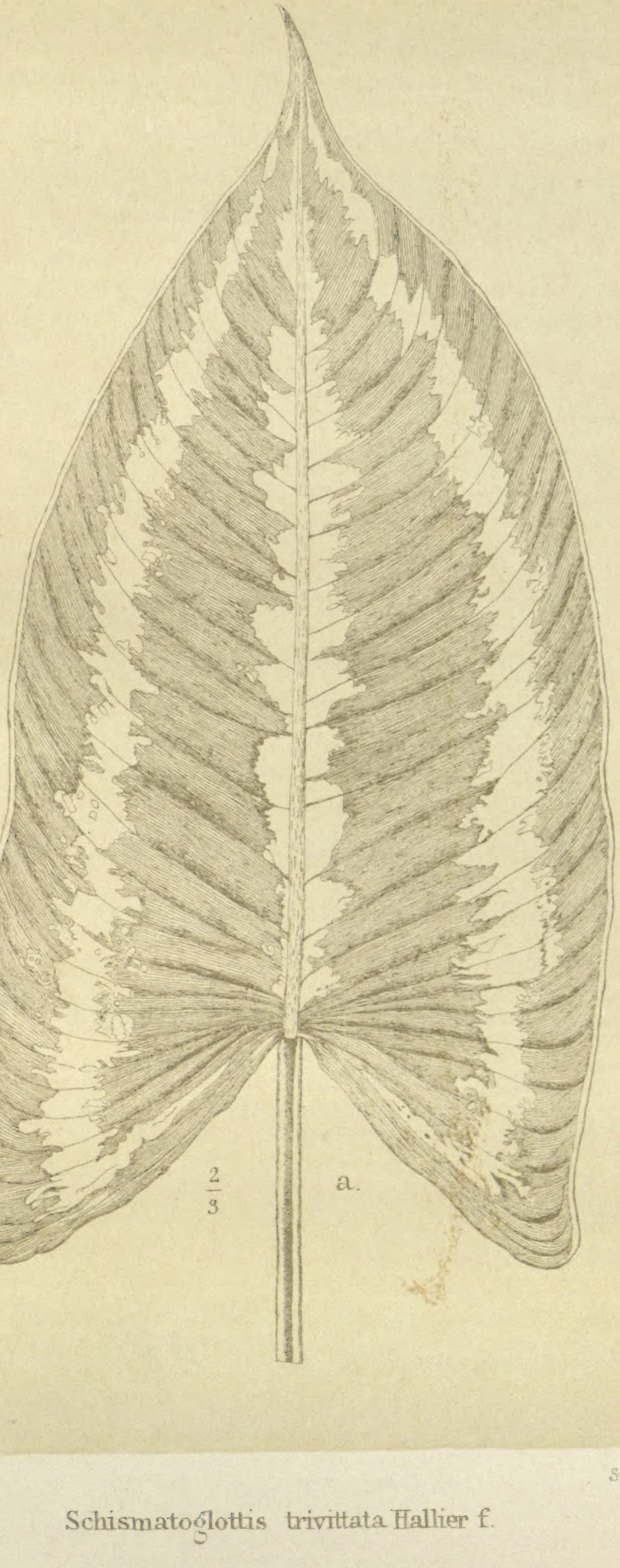
Steendr.v.Mulder,Leiden

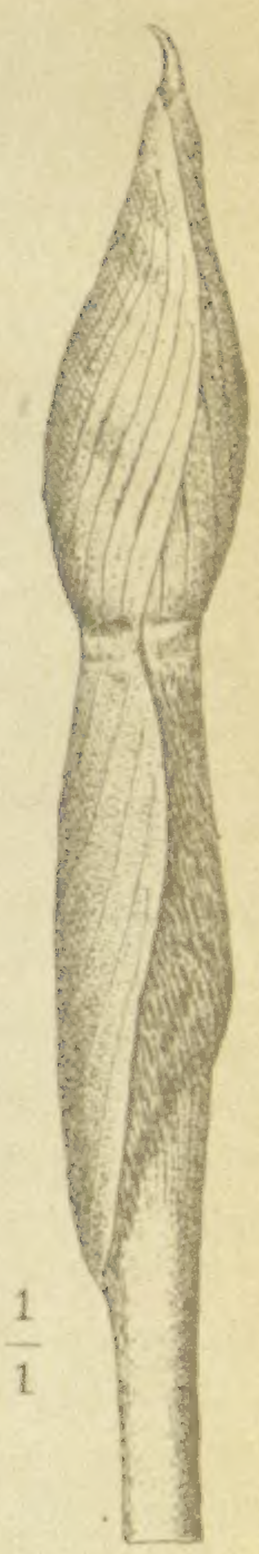
Mas Kromohardjo, del.

Schismatoglottis zonata Hallier f.

c.

1/1





b.

1/1

2/3

a.

Mas Kromohardjo, del

Steendr. v. Mulder, Leiden

Schismatoglottis trivittata Hallier f.